Klee als Untersaat im Winterweizen: Eine Methode zur biologischen Kontrolle der Getreideblattläuse

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der Fakultät für Biologie
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von
Thomas Wipperfürth
aus Krefeld

1983

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Klee als Untersaat im Winterweizen: Eine Methode zur biologischen Kontrolle der Getreideblattläuse

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der Fakultät für Biologie
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von
Thomas Wipperfürth
aus Krefeld

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547613_0016

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 10. 1983

Dekan: Prof. Dr. E. Kulzer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Engels

2. Berichterstatter: Prof. Dr. D. Sperlich

Zunächst gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Wolf Engels für die Ermöglichung dieser Arbeit am Lehrstuhl für Entwicklungsphysiologie der Universität Tübingen und für sein Interesse am Fortgang meiner Untersuchungen sowie die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Von der Landesanstalt für Pflanzenschutz in Stuttgart danke ich Herrn Dr. Hans Steiner für die Überlassung des interessanten Themas und die freundliche Begleitung der Arbeit und Herrn Dr. Adel El Titi für hilfreiche Diskussionen.

Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten finanzierte meine Arbeit dankenswerterweise im Rahmen des Lautenbach-Projekts (79HS93).

Die Feldarbeiten konnten auf dem Hofgut Lautenbach bei Heilbronn durchgeführt werden. Dem Betriebsleiter, Herrn Landes, danke ich für sein Entgegenkommen.

Herrn Eckehart Scholz gilt ein besonderer Dank für seine zuverlässige Hilfe bei der Feld- und Laborarbeit. Der Mitdoktorandin Frau Brigitte Martens danke ich für die förderliche Zusammenarbeit sowie Herrn Dr. Rolf Lorenz und Herrn Werner Blume für Ratschläge zur statistischen Auswertung der Ergebnisse. Frau Annette Schäfer half mit bei der Auswertung der Proben im Labor und diskutierte mit mir das Manuskript dieser Arbeit, dafür danke ich ihr. Vielen ungenannten Freunden sei gedankt für verschiedene Hilfestellungen.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Problemstellung: die Getreideblattläuse als Schädlinge	1
1.1.1.	Vorkommen	1
1.1.2.	Lebenszyklen	2
1.1.3.	Ökonomische Bedeutung	3
1.1.4.	Wirtschaftliche Schadensschwelle und chemische Bekämpfung	4
1.1.5.	Ökologie	5
1.1.6.	Biologische Bekämpfungsstrategien	9
1.2.	Ansatz zur Problemlösung: Erhöhung der Diversität im Feld als Komponente einer integrierten Bekämpfung der Getreideblattläuse	10
2.	UNTERSUCHUNGEN 1979	13
2.1.	Einführung	13
2.2.	Material und Methoden	13
2.2.1.	Anlage des Versuchs	13
2.2.2.	Datenerhebung	14
2.3.	Ergebnisse	15
2.3.1.	Der Populationsverlauf der Getreideblattläuse	15
2.3.2.	Die Parasiten	18
2.3.3.	Die insektenpathogenen Pilze	18
2.3.4.	Die spezifischen Prädatoren	19
3.	UNTERSUCHUNGEN 1980	22
3.1.	Einführung	22
3.2.	Material und Methoden	23
3.2.1.	Anlage des Versuchs	23

Seite

3.2.2.	Datenerhebung	24
3.2.2.1.	Die Populationsdichte der Getreideblattläuse und ihrer spezifischen Prädatoren	24
3.2.2.2.	Die Bodenarthropoden	24
3.2.2.3.	Der Unterbewuchs	
3.3.	Ergebnisse	25
3.3.1.	Der Blattlausbefall am Winterweizen	25
3.3.2.	Die spezifischen Prädatoren	25
3.3.3.	Die Bodenarthropoden	29
3.3.4.	Der Unterbewuchs	33
4.	UNTERSUCHUNGEN 1981	34
4.1.	Einführung	34
4.2.	Material und Methoden	35
4.2.1.	Versuch zum Einfluß von Rotklee als Untersaat im Winterweizen auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse	35
4.2.1.1.	Anlage des Versuchs	35
4.2.1.2.	Datenerhebung	36
4.2.1.2.1.	Die Populationsdichte der Getreideblattläuse und ihrer spezifischen Prädatoren	36
4.2.1.2.1.1.	Probenahme mit dem Klopftrichter	36
4.2.1.2.1.2.	Visuelle Registrierung im Feld	37
4.2.1.2.2.	Die Bodenarthropoden	37
4.2.1.2.3.	Der Unterbewuchs	38
4.2.1.2.4.	Die Erträge	38
4.2.2.	Versuch zum Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse	38
4.2.2.1.	Anlage des Versuchs	39
4.2.2.2.	Datenerhebung	39
4.2.3.	Versuche zur Aufklärung der Art und Weise der Blattlausprädation durch Carabiden	40
4.2.3.1.	Versuch zur Erfassung der Fallreaktion der Getreideblattläuse	40

UNIV. LEIPZIG

Seite

4.2.3.2. Versuch zur Erfassung der Fähigkeit der Getreideblattläuse zum Wiedererklettern ihrer Wirtspflanze 41

4.3. Ergebnisse 41

4.3.1. Der Einfluß von Rotklee als Untersaat im Winterweizen auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse 41

4.3.1.1. Der Populationsverlauf der Getreideblattläuse 41

4.3.1.2. Die Parasiten 53

4.3.1.3. Die insektenpathogenen Pilze 53

4.3.1.4. Die spezifischen Prädatoren 55

4.3.1.5. Die Bodenarthropoden 58

4.3.1.6. Der Unterbewuchs 66

4.3.1.7. Die Erträge 67

4.3.2. Der Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse 67

4.3.3. Die Fallreaktion der Getreideblattläuse und ihre Fähigkeit, die Wirtspflanze wieder zu erklettern 71

4.3.4. Vergleich der beiden zur Erfassung der Populationsdichte von Blattläusen auf Winterweizen eingesetzten Methoden 73

5. DISKUSSION 80

5.1. Anwendungsmöglichkeiten des Klopftrichters zur Erfassung der Populationsdichte der Getreideblattläuse 80

5.2. Anwendungsmöglichkeiten des Klopftrichters zur Erfassung der Populationsdichte der Blattlaus-spezifischen Prädatoren am Winterweizen 82

5.3. Zum Einfluß von Klee als Untersaat im Winterweizen auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse 84

5.3.1. Die Initialbesiedlung 84

5.3.2. Die Reproduktionsrate 88

5.3.3. Die Antagonisten 90

5.3.3.1. Die spezifischen Prädatoren 90

Seite

5.3.3.2. Die unspezifischen Prädatoren 92

5.3.3.3. Die Parasiten 96

5.3.3.4. Die insektenpathogenen Pilze 96

5.3.4. Die Abwanderung 97

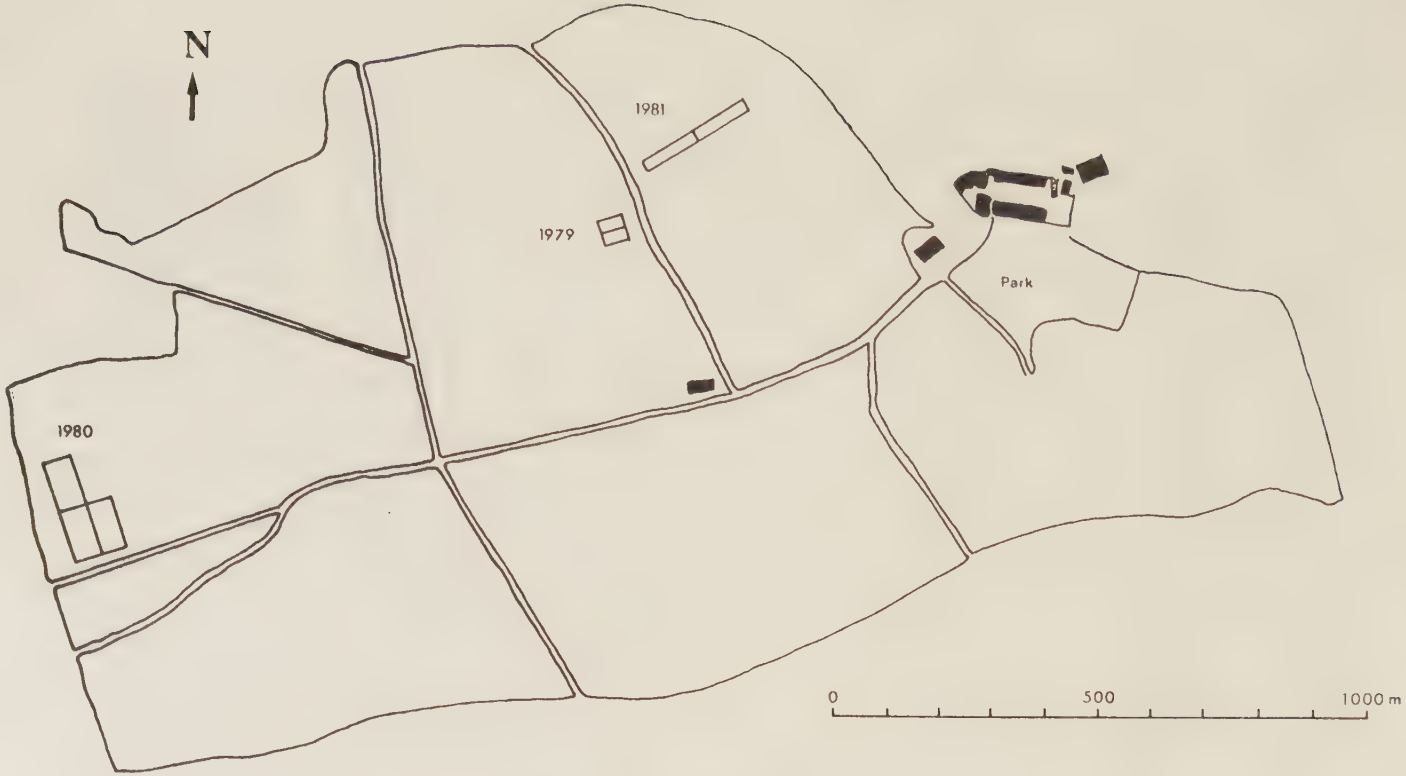
5.4. Zum Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse und der entsprechenden Untersuchungsmethode 99

5.5. Zur Fallreaktion der Getreideblattläuse und ihrer Fähigkeit, die Wirtspflanze wieder zu ersteigen 101

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN 103

7. ZUSAMMENFASSUNG 105

8. LITERATURVERZEICHNIS 107



Das Hofgut Lautenbach und die Lage der Versuchsparzellen in den Jahren 1979, 1980 und 1981

1. EINLEITUNG

1.1. Problemstellung: die Getreideblattläuse als Schädlinge

1.1.1. Vorkommen

Blattläuse, die Getreidepflanzen besiedeln, sind in Europa seit langem bekannt (Macquart, 1831); sie waren aber ökonomisch unbedeutend. So schrieb A. Blomeyer (1889): "Die Getreideblattlaus Aphis cerealis kommt hauptsächlich in den Ähren vor und saugt dort an der Basis der Spelzen und an der Spindel. Sie concurriert bisweilen mit anderen Blattlausarten, die hier und da an den Blättern schmarotzen; am Weizen wie an anderen Gramineen, ohne jedoch häufiger in größerem Maßstabe Schaden zu verursachen." Diese Einschätzung der Bedeutung der Getreideblattläuse ist heute nicht mehr aufrechtzuerhalten, denn seit dem Jahr 1968 werden im westlichen Mitteleuropa, wahrscheinlich als Folge der modernen Landwirtschaft, starke Massenvermehrungen der Getreideblattläuse beobachtet (Jacob-Haupt, 1969; Kolbe, 1969; Leclant, 1969; Basedow, 1976; Bode, 1980). Wie weiter unten dargestellt ist, können sie zu erheblichen Ertragseinbußen führen. Die Biologie der Getreideblattläuse wird daher in mehreren Instituten Mitteleuropas seit etwa 15 Jahren wissenschaftlich genauer untersucht. Reviews dieser Arbeiten sind von Vickerman und Wratten (1979) und von Carter et al. (1980) veröffentlicht worden.

Insgesamt sind sieben Blattlausarten bekannt, die in Europa das Getreide besiedeln (Vickerman und Wratten, 1979). In der BRD haben drei dieser Arten eine ökonomische Bedeutung: Sitobion avenae (F.), Metopolophium dirhodum (Wlk.) und Rhopalosiphum padi (L.). Ihre relative Häufigkeit variiert innerhalb der BRD regional. So ist S. avenae in Norddeutsch-

land am Winterweizen die häufigste Art, gefolgt von R. padi; M. dirhodum kommt dort nur selten vor (Basedow, 1976). Im Rheinland und im Rhein-Main-Gebiet sind S. avenae und M. dirhodum am häufigsten, während R. padi nur selten und dann in geringer Dichte auftritt (Kolbe, 1969; Bode, 1980). Für Süddeutschland gibt es keine publizierten Untersuchungen über die Häufigkeit der verschiedenen Arten im Winterweizen, da die Getreideblattläuse hier bislang weniger auffällig aufgetreten sind und noch als ökonomisch weniger bedeutend gelten. Im Untersuchungsgebiet dieser Arbeit, in der Nähe von Heilbronn, kommt es in manchen Jahren bereits zu Gradationen der Getreideblattläuse. Auch für diese Region gibt es jedoch noch keine publizierten Untersuchungen über die Abundanz der einzelnen Arten.

1.1.2. Lebenszyklen

S. avenae ist eine hauptsächlich holozyklische Art, die ohne Wirtswechsel nur an Gramineen lebt. Die Eiablage erfolgt im Herbst an Gräsern und Wintergetreide (Dean, 1974 a). Nach Dean (1974a), George (1974) und Hand (1980) kann S. avenae aber auch als Virginopare überwintern, wobei eine asexuelle Vermehrung nur in milden Wintern für möglich gehalten wird. Ab Anfang Juni wird das Getreide von geflügelten Blattläusen angeflogen, die zunächst das Fahnenblatt, später hauptsächlich die Ähren besiedeln.

M. dirhodum vollführt einen Wirtswechsel, sie überwintert als Ei an Wild- und Gartenrosen. Nach Müller (1973) scheint diese holozyklische Lebensweise in Mitteleuropa obligat zu sein; im Gegensatz dazu ist nach Dean (1978) und George (1974) in Südengland die Überwinterung hauptsächlich anholozyklisch an Gräsern und Getreide. Die Besiedlung der Getreidefelder erfolgt ab Mitte Mai, wobei nur die Blätter vorzugsweise blattoberseits befallen werden.

Auch R. padi ist eine wirtswechselnde Art (Dixon, 1971), sie überwintert holozyklisch auf der Traubenkirsche (Prunus padus). George (1974) und Breniaux et al. (1976) beobachteten aber auch für diese Art in Südengland eine mögliche anholozyklische Überwinterung auf Gräsern. Die Besiedlung des Getreides beginnt ab Ende Mai. R. padi lebt sowohl auf den Ähren als auch auf den Blättern der Getreidepflanzen, wobei sie die Blattscheiden und den Blattspreitengrund bevorzugt.

1.1.3. Ökonomische Bedeutung

Getreideblattläuse können bei Massenbefall an Getreide empfindliche Ertrags- und Qualitätsverminderungen verursachen. In Feldexperimenten erhielt Kolbe (1969) im Winterweizen bis zu 30 % Ertragsverluste durch Getreideblattläuse. Ähnliche Ergebnisse wurden von Hinz und Däbeler (1976) berichtet. Um den Effekt der einzelnen Blattlausarten auf den Ertrag abschätzen zu können, wurden Feldkäfigexperimente und Laboruntersuchungen durchgeführt. So zeigte z.B. Vereijken (1979), daß die drei in Mitteleuropa häufigsten Getreideblattlausarten, S. avenae, M. dirhodum und R. padi, alle eine ökonomische Bedeutung im Winterweizen haben. Besonders der Befall der Ähren führte zu größeren Ertragsverlusten, weshalb S. avenae, die die Ähren der Getreidepflanzen bevorzugt besiedelt, als die schädlichste Art gilt. Die Getreideblattläuse können außerdem auch einen Einfluß auf die Qualität des Getreides haben, indem sie dessen Proteingehalt reduzieren (Wratten, 1975; Freier und Wetzel, 1976). Für die ökonomischen Schäden, die die Getreideblattläuse verursachen, sind nach Vereijken (1979) und Rabbinge et al. (1981) hauptsächlich der Phloemsaftentzug und die Honigtauausscheidung verantwortlich. Letztere schädigt die Pflanze, indem sie die Photosyntheseleistung der betroffenen Blätter reduziert und außerdem saprophytischen Pilzen als Nährmedium dient. Die Übertragung von Viren durch Getreideblattläuse

scheint in Mitteleuropa keine große Bedeutung zu haben, eine Schädigung der Pflanzen durch toxische Saliva konnte für die Getreideblattläuse nicht nachgewiesen werden (Vereijken, 1979).

1.1.4. Wirtschaftliche Schadensschwelle und chemische Bekämpfung

Eine chemische Bekämpfung von Schädlingen ist entsprechend den Grundsätzen des Integrierten Pflanzenschutzes (siehe 1.2.) erst dann anzuraten, wenn der Nutzen der Bekämpfung (Mehrertrag) größer ist als die Kosten dieser Maßnahmen, die sich zusammensetzen aus den direkten Kosten (Ausbringungskosten, Präparatekosten...) und den Folgekosten (Störung des biologischen Gleichgewichts und damit verbundene Risiken von weiteren Schädlingskalamitäten, Resistenzbildung...). Die Schädlingsdichte, bei der nach diesen Kriterien eine chemische Bekämpfung empfohlen wird, nennt man wirtschaftliche Schadensschwelle. Für ihre Festsetzung werden heute nur die innerbetrieblichen Folgekosten berücksichtigt, obwohl die außerbetrieblichen Folgekosten (Störung des biologischen Gleichgewichts über den Betrieb hinaus, Biozidbelastung der gesamten Umwelt einschließlich unserer Nahrung und damit verbundene Krankheitsrisiken...), die die Allgemeinheit trägt, möglicherweise erheblich sind (Steiner, 1978). Da der zu erwartende wirtschaftliche Gewinn durch Mehrertrag und die möglichen Folgekosten einer chemischen Bekämpfung nur schwer abzuschätzen sind (Bosch et al., 1976), gibt es für die Getreideblattläuse, ähnlich wie für andere Schadorganismen auch, unterschiedliche Angaben über die wirtschaftliche Schadensschwelle. Sie schwankt zwischen 3 und 5 Blattläusen pro Ähre zur Zeit der Blüte (Freier und Wetzel, 1978; Ebert et al., 1979; Wetzel et al., 1980; Freier et al., 1981, zitiert nach Gräpel, 1982) und 30 bis 40 Blattläusen pro Ähre in der Milchreife (Kontev, 1975;

zitiert nach Gräpel, 1982). Wird dieser Wert überschritten, erscheint eine chemische Bekämpfung indiziert.

1.1.5. Ökologie

Zur Erarbeitung von biologischen Bekämpfungsstrategien gegen die Getreideblattläuse ist es zunächst notwendig, die natürlichen Regulationsfaktoren ihrer Populationen kennenzulernen. Getreideblattläuse haben, wie alle Blattläuse, in ihren parthenogenetischen Generationen eine enorme Vermehrungspotenz. Wie Dean (1974c) in Laborexperimenten zeigte, vermehren sich R. padi unter optimalen Bedingungen in der Klimakammer um den Faktor 32, M. dirhodum und S. avenae um den Faktor 8 bzw. 9 pro Woche. Diese Vermehrungsraten werden in der Natur normalerweise nicht erreicht, da das Wetter, Parasiten und Prädatoren, Pathogene und andere natürliche Begrenzungsfaktoren wie das Nahrungsangebot ein ungehemmtes Populationswachstum verhindern. Außerdem können in der modernen Landwirtschaft Pestizide den Populationsverlauf der Getreideblattläuse direkt und indirekt beeinflussen. In Abb. 1 sind die Beziehungen der Getreideblattläuse zu den anderen Organismen und ihre Abhängigkeiten von abiotischen Faktoren skizziert.

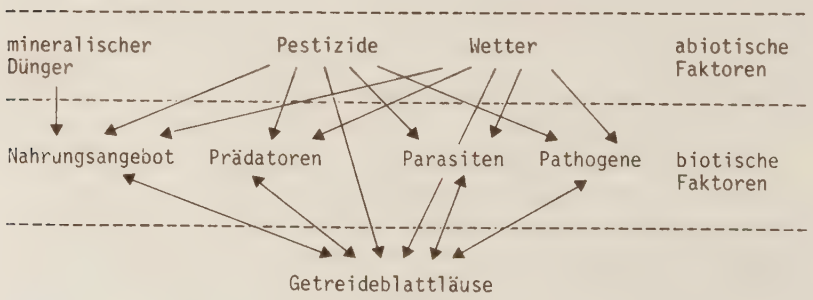


Abb. 1: Abhängigkeiten der Getreideblattläuse von ihrer Umwelt

Das Nahrungsangebot bzw. die Qualität der Wirtspflanze haben eine entscheidende Bedeutung für die Reproduktionsrate und möglicherweise auch für die Wirtswahl der Getreideblattläuse. Von Kolbe (1969) und Latteur (1976) wurden z.B. große Unterschiede in der Susceptibilität verschiedener Winterweizensorten gegenüber Getreideblattläusen gefunden. Aber auch verschiedene Getreidepflanzen derselben Sorte sind in Abhängigkeit von ihrem momentanen physiologischen Zustand unterschiedlich susceptibel. So zeigte Dixon (1971) die Abhängigkeit der Reproduktionsrate der Getreideblattläuse vom Alter der Wirtspflanzen, und Hanisch (1980) eine gesteigerte Vermehrungsrate von S. avenae und M. dirhodum als Folge von N-Düngung. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Horn (1982) und Grüber (1982).

Zu den spezifischen Prädatoren, die zumindest in einem Teil ihres Lebenszyklus' auf Blattläuse als Nahrung spezialisiert sind, gehören drei Insektenfamilien: Coccinelliden (Coleoptera), Syrphiden (Diptera) und Chrysopiden (Neuroptera). Sie fliegen die Getreidefelder im Frühjahr und Sommer von umliegenden Habitaten aus an. Ihre relative Häufigkeit wechselt von Jahr zu Jahr und auch von Ort zu Ort (Carter et al., 1980). Nach Potts und Vickerman (1974) ist ihre Dichte im Feld normalerweise niedrig. Rautapää (1976) fand allerdings im Vergleich verschiedener Winterweizenfelder eine signifikante negative Korrelation zwischen der Anzahl der Blattläuse pro Coccinelliden Adulte und Syrphiden Larven einerseits und der Größe des später erreichten Populationsmaximums der Getreideblattläuse andererseits. Große-Wichtrup (unveröffentlichte Mitteilung) konnte durch Ausschluß der spezifischen Prädatoren im Untersuchungsgebiet dieser Arbeit allerdings keine deutliche Erhöhung der Populationsdichte der Getreideblattläuse auf Winterweizen erreichen.

Zu den unspezifischen Prädatoren, die nicht auf Blattläuse als Nahrung angewiesen sind, gehören im wesentlichen die Carabiden und Staphyliniden (Coleoptera). Sie können im Feld überwintern oder aber im Frühjahr von randständigen Ha-

bitaten her in die Felder einwandern. Ihre Bedeutung als Prädatoren der Getreideblattläuse wurde von Potts und Vickerman (1974, 1975) aufgedeckt, indem sie negative Korrelationen zwischen der Anzahl der Getreideblattläuse und der Häufigkeit dieser Raubarthropoden auf verschiedenen Feldern aufzeigten. Diese Ergebnisse wurden durch den Nachweis von Blattlausresten im Verdauungstrakt dieser Prädatoren (Sunderland, 1975) und durch Prädatorausschluß-Experimente (Edwards et al., 1979) bestätigt.

Die Parasiten der Getreideblattläuse gehören zwei Insektenfamilien an, den Aphidiidae und den Aphelinidae (Hymenoptera). Beide Hautflüglergruppen können wiederum von Hyperparasiten parasitiert werden. Über ihren quantitativen Einfluß auf die Getreideblattlauspopulationen gibt es unterschiedliche Angaben, nach Latteur (1973) und Rautapää (1976) ist er unbedeutend, während ihn Dean (1974b) aufgrund seiner Untersuchungen für bedeutender hält als den Einfluß der spezifischen Prädatoren.

Als Pathogene für die Getreideblattläuse sind drei Pilzarten aus der Gattung Entomophthora bekannt, Entomophthora planchoniana, E. aphidis und E. thaxteriana. Ihr Auftreten ist stark wetterabhängig und damit von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Nach Dean und Wilding (1971, 1973) können sie in einigen Jahren eine größere Bedeutung für die Reduktion der Getreideblattlauspopulationen haben als die spezifischen Prädatoren und die Parasiten. Auch Latteur (1973) hält die Entomophthoraceae für wichtige Begrenzungsfaktoren der Getreideblattläuse.

Das Wetter, allen Lebenserscheinungen letztlich regulierend übergeordnet, hat entscheidende direkte und indirekte Einflüsse auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse. Die Reproduktionsrate der Getreideblattläuse ist direkt von der Temperatur abhängig (Dean, 1974c), die Überlebenswahrscheinlichkeit der Virginoparae im Winter hängt von der Stärke der Fröste ab (Dean, 1974a). Regen und Wind beeinträchtigen den Befallsflug der Getreideblattläuse und können

sie auch von ihren Wirtspflanzen spülen bzw. schütteln (Dean und Wilding, 1971). Indirekte Einflüsse des Wetters wirken vor allem über die Wirtspflanze und in komplizierter Weise auch über ihre Antagonisten.

Über Nebenwirkungen von Pestiziden auf die Getreideblattläuse und ihre Antagonisten gibt es nicht viele Untersuchungen. In Labortests fand Rautapää (1972) für verschiedene Herbizide keinen Effekt auf die Getreideblattläuse. Für 2,4-D wurde aber in Freilanduntersuchungen im Hafer (Adams und Drew, 1965, 1969) und im Mais (Oka und Pimentel, 1979) ein fördernder Effekt auf die Getreideblattläuse beschrieben. Die Wirkung von Fungiziden scheint besonders komplex zu sein. Hinz und Däbeler (1973) und Sagenmüller (1977) zeigten in Laborexperimenten eine je nach Wirkstoff unterschiedliche, meist negative direkte Nebenwirkung auf die Lebensdauer und Reproduktivität der Getreideblattläuse, während Zimmermann (1978) auch in Laborexperimenten eine indirekte positive Nebenwirkung auf die Getreideblattläuse beschrieb, die über eine Verminderung der Infektionsrate mit Entomophthoraceae nach Applikation verschiedener Fungizide zustande kam. In Freilandversuchen konnten Zimmermann und Basedow (1980) keinen Einfluß verschiedener Fungizide auf die Verpilzungsrate der Getreideblattläuse nachweisen. Insektizide, die gegen Blattläuse ausgebracht werden, haben häufig eine noch toxischere Nebenwirkung auf Prädatoren und Parasiten, sodaß längerfristig mit einer Begünstigung der Blattläuse zu rechnen ist. So beschreibt Basedow et al. (1976a) negative Auswirkungen von Parathion-äthyl auf die epigäischen Raubarthropoden, insbesondere die Carabiden, in Getreidefeldern. Aus diesen Gründen wird das massenhafte Auftreten der Getreideblattläuse in den letzten 15 Jahren von verschiedenen Autoren als Folge der veränderten Methoden in der modernen Landwirtschaft eingeschätzt (Potts und Vickermann, 1974; Bode, 1980; Carter et al., 1980). Neben dem vermehrten Einsatz von Pestiziden und synthetischem Dünger sind auch die Verengung der Fruchtfolge und die Vergrößerung der Felder als mögliche Ursachen für die Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts in Betracht zu ziehen (Kolbe, 1973; Basedow, 1976a).

1.1.6. Biologische Bekämpfungsstrategien

Die Umweltprobleme, die aufgrund des ständig ansteigenden Pestizidgebrauchs in der Welt schon aufgetreten und in größerem Maße noch zu erwarten sind, stehen außer Frage. Hier sei auf das Expertengutachten an den amerikanischen Präsidenten (Global 2000) hingewiesen, in dem diese Problematik umfassend dargestellt und als Konsequenz daraus die Ausnutzung "biologischer Regulierungen" zur Schädlingsbekämpfung empfohlen wird. Im konkreten Fall der Bekämpfung von Getreideblattläusen stellt sich die Frage, welche der oben beschriebenen Regulationsfaktoren in ihrem quantitativen Einfluß veränderbar sind, um die Getreideblattlaus-Populationen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten und eine chemische Bekämpfung zu vermeiden. Hierzu gibt es einige wissenschaftliche Ansätze, die aber noch keine Praxisreife erlangt haben. So ist, wie oben bereits erwähnt, die Anfälligkeit der verschiedenen Weizensorten gegenüber Blattläusen unterschiedlich, und eine weitergehende Resistenzzüchtung ist nach Lowe (1980, 1981) erfolgversprechend. Durch Aussaat von Phacelia in Randstreifen entlang von Getreidefeldern erreichte Gandschau (1981) eine Anlockung von spezifischen Prädatoren, insbesondere Syrphiden, in die Felder, was eine Reduktion der Populationsdichte der Getreideblattläuse zur Folge hatte. Dean (mündliche Mitteilung) versuchte, Chrysopiden mit Hilfe von Trypthophan in die Getreidefelder zu locken. Carter et al. (1980) halten aufgrund von Feldbeobachtungen eine Erhöhung der Infektionsrate der Getreideblattläuse mit Entomophthoraceae durch künstliche Beregnung der Felder für möglich. Bode (1981) zeigte, daß bei Überschreitung der wirtschaftlichen Schadensschwelle auch eine ökologisch weniger bedenkliche chemische Bekämpfung der Getreideblattläuse möglich ist: Die Verwendung des selektiven Aphizids Pirimor G in reduzierter Dosis brachte gleichwertige Bekämpfungserfolge wie die Applikation der vollen zugelassenen Dosis dieses Präparats und auch des breitwirksamen Insektizids E 605 forte.

1.2. Ansatz zur Problemlösung: Erhöhung der Diversität im Feld als Komponente einer integrierten Bekämpfung der Getreideblattläuse

Meine Arbeit wurde im Rahmen des Lautenbach-Projektes durchgeführt. Auf Anregung der Landesanstalt für Pflanzenschutz Baden-Württemberg in Stuttgart laufen dort verschiedene Langzeitstudien zur Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes im Acker- und Feldgemüsebau. Nach der Definition von Steiner (1978) ist der integrierte Pflanzenschutz ein Verfahren, bei dem alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch tragbaren Verfahren dazu verwendet werden, die Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewußte Ausnützung der natürlichen Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht. Mit anderen Worten, der integrierte Pflanzenschutz versucht unter den derzeitigen ökonomischen Bedingungen, die als gegeben angesehen werden, den Pestizideinsatz in der Landwirtschaft zu minimieren, indem er durch geeignete Maßnahmen direkt und indirekt die biologischen Begrenzungsfaktoren der Schadorganismen verstärkt. Der integrierte Pflanzenschutz ist in Mitteleuropa im Obstbau praxisreif entwickelt (Steiner und Baggiolini, 1968), für die Anwendung bei einjährigen Kulturen gibt es jedoch erst wenige Beispiele.

Das Projekt "Lautenbach" wird auf einem Betrieb in der Nähe von Heilbronn durchgeführt, der darauf angewiesen ist, wirtschaftlich zu arbeiten. Experimente sind nur möglich, wenn sie sich in den Betriebsablauf einpassen lassen und keine (größeren) Ertragsausfälle zu erwarten sind. Dies schränkt die Aktionsmöglichkeiten ein, verschafft den gewonnenen Erfahrungen aber eine leichtere Übertragbarkeit in die Praxis.

Als Maßnahmen zur Ausnützung der natürlichen Begrenzungsfaktoren der Schadorganismen werden im Projekt "Lautenbach" im wesentlichen folgende Methoden untersucht: Erweiterung der Fruchtfolge, nützlingsschonende Bodenbearbeitung (z.B.

Grubbern statt Pflügen), veränderte Saattechnik, organische Düngung, Mineraldüngung nur nach chemischer Bodenanalyse und Bedarf der Pflanzen bemessen, Zwischenfrüchte, Untersaaten, Randstreifen und Feldhecken.

Aufgrund sehr verschiedenartiger Untersuchungen und theoretischer Überlegungen sind viele Ökologen zu dem Schluß gekommen, daß in komplexen Ökosystemen eine größere Stabilität von Tierpopulationen existiert als in einfachen Systemen (Voûte, 1946; MacArthur, 1955; Elton, 1958). Für die Schädlingsbekämpfung bedeutet dies, daß eine Vergrößerung der Diversität des Agrarökosystems die Wahrscheinlichkeit für Schädlingskalamitäten reduzieren kann und deshalb als geeignete Komponente des integrierten Pflanzenschutzes angesehen wird (van Emden, 1965; Altieri et al., 1977; Dempster und Coaker, 1974). Im Lautenbach-Projekt wird dieser Ansatz auf verschiedenen Ebenen in Experimenten realisiert, indem die Diversität außerhalb der Felder durch Hekken, bepflanzte Randstreifen und Tolerierung von Unkräutern, aber auch innerhalb der Felder vor allem durch Untersaaten erhöht wird.

Im Winterweizen wird in den integriert bewirtschafteten Parzellen Klee als Untersaat eingebracht. Dies ist im Getreideanbau eine traditionelle Methode, die neben der Erhöhung der Diversität im Feld weitere Vorteile hat:
- Unterdrückung der Unkräuter durch Beschattung
- Förderung von feuchtigkeitsliebenden Bodenorganismen
- Fixierung von Luftstickstoff durch Knöllchenbakterien, daher wenig Konkurrenz mit dem Getreide um Nitratdünger
- Verwendung der Untersaaten nach der Ernte als Viehfutter
- Verwendung der Untersaat als Gründüngung.

Mit der Industrialisierung der Landwirtschaft ist die Praxis der Einbringung von Untersaaten im Getreide nahezu verschwunden, zum einen, weil die Anwendung von Herbiziden in Feldern mit Untersaaten problematisch ist, und zum andern, weil sich in den spezialisierten Betrieben die Futtermittelproduktion häufig erübrigt.

Es existieren mehrere Arbeiten, die aufzeigen, daß ein Unterbewuchs in Kulturfeldern einen reduzierenden Einfluß auf die Populationsdichte der Blattläuse an den Kulturpflanzen haben kann (Smith, 1976a, Dempster und Coaker, 1974, O'Donnel und Coaker, 1975, Altieri und Whitcomb, 1979). Aus diesem Grund erschien es interessant, als Thema der vorliegenden Arbeit die durch Untersaaten im Winterweizen bedingten Veränderungen des Ökosystems mit ihren Auswirkungen auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse zu untersuchen. Besonders ermutigend war die Arbeit von Vickerman (1978), der die Arthropodenfauna mehrerer Gerstenfelder verglich, von denen die meisten - wie heute allgemein üblich - mit Herbiziden frei von natürlichem Unterbewuchs gehalten worden waren, in einigen aber noch nach traditioneller Praxis Gras-Leguminosen-Gemische als Untersaaten eingesät worden waren. Er berichtet, daß sowohl die Diversität als auch die Dichte der Arthropoden in den Feldern mit Untersaaten größer war als in den Feldern ohne Untersaat. In Letzteren waren aber als einzige Tiergruppe die Blattläuse um etwa 60 % häufiger, was er einem geringeren Prädationsdruck zuschrieb.

2. UNTERSUCHUNGEN 1979

2.1. Einführung

1979 konnten aus betriebstechnischen Gründen für die zu untersuchende Fragestellung keine speziellen Versuchsparzellen angelegt werden, deshalb wurden die Untersuchungen auf zwei Parzellen durchgeführt, die zur Bearbeitung einer anderen Fragestellung bereits vorhanden waren.

2.2. Material und Methoden

2.2.1. Anlage des Versuchs

Es standen zwei Vergleichsparzellen innerhalb eines Winterweizenfeldes (Sorte Disponent) von je 1/8 ha (24 x 48 m) zur Verfügung, die mit ihren Längsseiten aneinandergrenzten (Abb. 2). Die erste Parzelle war unterbewuchsfrei, sie wur-

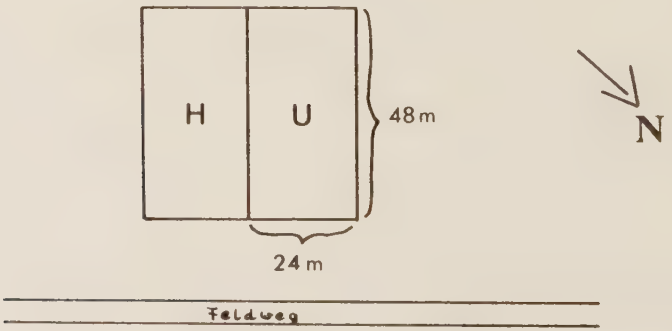


Abb. 2: Lageskizze der Versuchsparzellen im Winterweizen 1979
H: Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs (Herbizidbehandelt)
U: Winterweizenparzelle mit Unterbewuchs

de mit dem Herbizid "Faneron plus" behandelt und wird im folgenden als Parzelle H bezeichnet. Die zweite Parzelle war aufgrund der oben erwähnten anderweitigen Problemstellung in 48 Kleinparzellen aufgeteilt, in die am 11.4. und wegen mangelhaften Auflaufens nochmalig am 15.5. verschiedene Untersaaten (6 Kleearten und 4 Arten Gräser) eingesät wurden. Die Saaten waren am 5.6. aufgelaufen. Für meine Arbeit wurde die zweite Parzelle aber als eine einheitliche Parzelle mit Unterbewuchs betrachtet, sie ist im folgenden als Parzelle U bezeichnet. Der Winterweizen wurde am 8.8. geerntet.

2.2.2. Datenerhebung

Zur Erfassung der Populationsdichte der Blattläuse und ihrer spezifischen Prädatoren am Weizen wurden vom Beginn des Populationsaufbaus der Blattläuse an bis zur Ernte auf jeder Parzelle in wöchentlichen Abständen je 9 Proben mit einem Klopftrichter genommen. Es wurde ein Klopftrichter der Größe 62 x 40 cm verwendet, wie er zur Erfassung der Arthropodenfauna von Apfelbäumen von Steiner (1962) beschrieben ist. Eine Probe wurde wie folgt genommen: Der Klopftrichter wurde in den mittleren Bereich der Getreidehalme unterhalb der Fahnenblätter schräg gehalten, dann wurden die Halme, im Mittel 85 Stück, über den Trichter gebogen und 20 mal mit dem Arm geschüttelt. Auf diese Weise wurde nur der Insektenbesatz der Fahnenblätter und der Ähren erfaßt. Die Determination der Blattläuse erfolgte nach Müller (1964). Die verschiedenen Blattlausarten wurden unter einer binokularen Lupe nach folgenden Entwicklungsstadien differenziert: Alate Adulte, aptere Adulte und zusammengenommen die Larven. Ferner wurden die von Schlupfwespen parasitierten und schon mumifizierten Blattläuse und die von insektenpathogenen Pilzen infizierten Blattläuse (erkenntlich an den äußerlich sichtbaren Hyphen) registriert. Die spezifischen Prädatoren wurden quantitativ bis zur Familie determiniert. Die Wachs-

tumsstadien des Getreides wurden nach Feekes (1941) und Large (1954) bestimmt.

2.3. Ergebnisse

2.3.1. Der Populationsverlauf der Getreideblattläuse

1979 wurden (wie auch 1980 und 1981) die folgenden drei Blattlausarten in Lautenbach auf Winterweizen gefunden: M. dirhodum, S. avenae und R. padi. Tab. 1 und Abb. 3 zeigen ihre Häufigkeit auf den beiden Vergleichsparzellen im Laufe der Saison, wie sie nach Methode 2.2.2. ermittelt wurde. Alle drei Arten wurden an allen Untersuchungsterminen auf beiden Parzellen registriert. M. dirhodum war danach von Anfang der Saison an die häufigste Art, gefolgt von R. padi und S. avenae. Wie die Untersuchungen unter 4.3.4. zeigen, gibt die Klopftrichtermethode ein repräsentatives Bild des Blattlausbesatzes der Weizenpflanzen an Ähre und Fahnenblatt wieder; sie ist geeignet, gesicherte Aussagen über einen unterschiedlichen Befall verschiedener Winterweizenparzellen mit Getreideblattläusen zu machen. Zur statistischen Absicherung dieser Unterschiede wurde der U-Test von Mann und Whitney durchgeführt. Die signifikanten Ergebnisse sind in Tab. 1 gekennzeichnet.

Im Vergleich der beiden Parzellen war für M. dirhodum schon am ersten Untersuchungstermin ein leicht höherer Befall auf der Parzelle H festzustellen, der ab dem 2.7., dem Zeitpunkt des Populationsmaximumx, zu einem signifikanten (am 2.7. $p = 0,01$) Befallsunterschied um etwa 100 % führte.

Auch für R. padi wurde ein stärkerer Initialbefall auf der Parzelle H festgestellt, der zu einem höheren Populationsmaximum führte. Außerdem wurde das Populationsmaximum auf der Parzelle H früher erreicht als auf der Parzelle U.

Tabelle 1: Pro Klopftrichterprobe (von im Mittel 85 Halmen) gefangene Getreideblattläuse auf Winterweizenparzellen mit bzw. ohne Unterbewuchs 1979. Signifikante Unterschiede zwischen den Parzellen: * p = 0,05; + p = 0,01.

		Datum	aptere Adulte	alate Adulte	Larven	Gesamtzahl der Blattläuse lebend	parasitiert	verpilzt/%
Parzelle mit Unterbewuchs	S. avenae	24.6.	0,9 ± 1,8	0	3,1 ± 5,7	4 ± 7,4	0	0
		2.7.	1,9 ± 2,6	0,2	9,7 ± 10,8	11,8 ± 13,4	0	0,1
		18.7.	0,2	0,3	17,6 ± 10,4	18,1 ± 11	0	0,6 ± 1,0 /3
		25.7.	0,7 ± 0,9	0,8 ± 0,8	13,1 ± 11,4	14,7 ± 12,8	0,5	3,7 ± 4,2 /2
		1.8.	0	0	0,8 ± 0,7	0,8 ± 0,7+	0	0,6 ± 0,7 /4
	M.dirrhodum	24.6.	2,7 ± 2,2	1,9 ± 1,8	18,7 ± 8,8	23,3 ± 11,0	0,2	0
		2.7.	5,5 ± 5,0	1 ± 0,7	35,9 ± 27,5	42,4 ± 31,5+	1 ± 1,7	0
		18.7.	1,1 ± 1,6	0,4 ± 0,7	15,4 ± 15,1	17 ± 16,4*	0,2	0,2
		25.7.	2,1 ± 4,1	0,1 ± 0,33	16,4 ± 10,1	18,7 ± 12,1	0,3 ± 0,7	2,3 ± 1,3 /1
		1.8.	0	0	1,6 ± 1,4	1,6 ± 1,4+	0,4 ± 0,7	0,3 ± 0,7 /1
	R. padi	24.6.	0	0,1	0,7	0,8 ± 2,3+	0	0
		2.7.	1,3 ± 2,1	0,1	15,9 ± 19,5	17,2 ± 21,4	0	0
		18.7.	2,6 ± 0,7	0,4 ± 0,7	27,6 ± 12,4	30,6 ± 13,2	0	0,6 ± 0,5 /1
		25.7.	2,9 ± 1,4	1 ± 1,4	18,3 ± 16,2	22,2 ± 17,7	0,6 ± 0,9	3,9 ± 3,2 /1
		1.8.	0,3	0	3,9 ± 3,4	4,1 ± 3,8+	0,2	1,6 ± 1,4 /2
Parzelle ohne Unterbewuchs	S. avenae	24.6.	0,1	0,1	1 ± 1,7	1,2 ± 2,2	0	0
		2.7.	4,1 ± 5,6	0,3	28,6 ± 38,4	33,0 ± 50,8	0	0
		18.7.	0,5 ± 1,07	1,25±1,04	8,4 ± 7,3	10,2 ± 8,1	0	0,5 /4
		25.7.	0,6 ± 0,9	1,8 ± 2,2	11,5 ± 9,7	13,9 ± 10,7	0	0,9 ± 1,1 /6
		1.8.	1,1 ± 1,1	0,6 ± 0,7	11,9 ± 6,4	13,6 ± 7,3	0,7 0,9	1 ± 1,1 /6
	M.dirrhodum	24.6.	3,6 ± 4,7	1,8 ± 1,4	30,9 ± 19,7	36,2 ± 23,1	0	0
		2.7.	10 ± 3,9	3,5 ± 1,6	83,5 ± 27,1	97 ± 29,5	0,6 ± 0,7	0,1
		18.7.	1 ± 1,1	2,6 ± 1,4	29 ± 15	32,7 ± 16,4	0,4 ± 0,7	1,1 ± 1,4 /3
		25.7.	3,7 ± 4,0	0,7 ± 1,1	36,6 ± 29,5	41,1 ± 33,5	1,1 ± 1,1	4,4 ± 3,6 /9
		1.8.	1,2 ± 1,2	0,7 ± 1,3	46,6 ± 37,6	48,5 ± 39	1,3 ± 1,2	2 ± 2,0 /3
	R. padi	24.6.	1 ± 2,65	0	17,3 ± 39,9	18,3 ± 42,5	0	0
		2.7.	3,7 ± 5	0,44±0,53	36,7 ± 47,1	40,8 ± 52,2	0	0
		18.7.	1 ± 1,2	0,5 ±0,5	21,1 ± 22,2	22,6 ± 23,4	0	0,3
		25.7.	2,4 ± 3,8	0,3 ±0,5	9,6 ± 7,3	12,3 ± 10,2	0	1,7 ± 1,6 /1
		1.8.	4,1 ± 3,5	0,7 ±1,1	21,3 ± 16,4	26,2 ± 19,6	1,2 ± 1,6	0,4 ± 0,7 /1

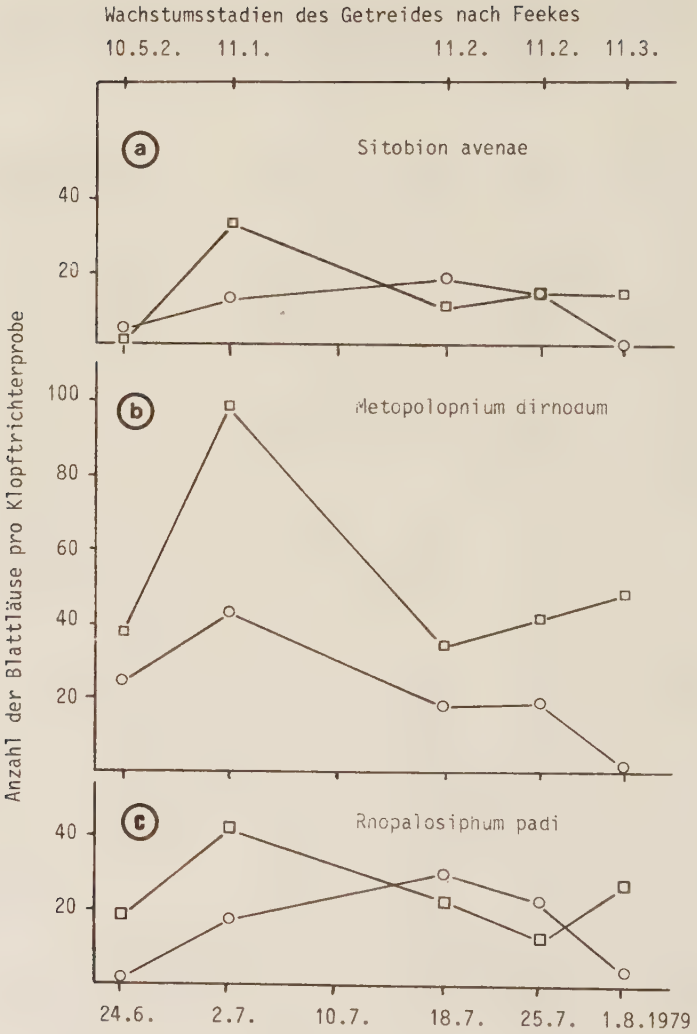


Abb. 3: Populationsdynamik der Getreideblattläuse 1979; nach Klopftrichterfängen (von im Mittel 85 Halmen)
□—□ Winterweizenparzelle (H) ohne Unterbewuchs
○—○ Winterweizenparzelle (U) mit Unterbewuchs

Für S. avenae konnte ebenfalls ein im gleichen Sinne verschobenes größeres Populationsmaximum auf der Parzelle H festgestellt werden, das allerdings nicht auf einen stärkeren Initialbefall zurückzuführen war, wie die Fangzahlen für den ersten Untersuchungstermin am 24.6. zeigen.

Alle drei Blattlausarten waren am 1.8., wenige Tage vor der Ernte, auf der Parzelle H hochsignifikant ($p = 0,01$) häufiger.

2.3.2. Die Parasiten

Nach den vorliegenden, in Tab. 1 wiedergegebenen Zahlen war die Parasitierungsrate gering. Ein merklicher Einfluß auf die Populationsdichte der Blattläuse ist somit wohl auszuschließen. Ein statistisch gesicherter Unterschied der Parasitierungsraten auf den beiden Parzellen war nicht festzustellen.

2.3.3. Die insektenpathogenen Pilze

Insgesamt war die Infektionsrate mit insektenpathogenen Pilzen für alle drei Blattlausarten mittel bis schwach. Im Vergleich der beiden Versuchsparzellen wurde für S. avenae auf der Parzelle U am 25.7. eine wesentlich (nach dem Vierfelder-χ^2-Test signifikant $p = 0,05$) höhere Infektionsrate registriert. Dies kann zumindest teilweise den signifikant niedrigeren Blattlausbefall der Getreidepflanzen in der Parzelle U in der Folgewoche erklären. Am 1.8. wurde für alle drei Blattlausarten eine signifikant ($p = 0,05$) höhere Infektionsrate auf der Parzelle U festgestellt.

2.3.4. Die spezifischen Prädatoren

Als spezifische Prädatoren wurden, nach der Abundanz geordnet, folgende Insektenfamilien gefunden: Syrphiden (hauptsächlich Syrphus balteatus Degeer), Chrysopiden (Chrysopa carnea Steph.) und Coccinelliden (hauptsächlich Propylea quatuordecim punctata L.). Tab. 2 gibt ihre Häufigkeit auf den beiden Vergleichsparzellen zu den verschiedenen Untersuchungsterminen wieder. Auf der Parzelle H wurden etwa 50 % mehr spezifische Prädatoren als auf der Parzelle U gefunden. Für die Syrphiden (siehe Abb. 4) war dieser Unterschied am 2.7. besonders deutlich. Insgesamt konnte also eine positive Korrelation der Anzahl der spezifischen Prädatoren mit der Anzahl der Blattläuse festgestellt werden.

Tabelle 2: Klopftrichterfänge Blattlaus-spezifischer Prädatoren auf Winterweizenparzellen mit bzw. ohne Unterbewuchs 1979.
n = Anzahl der Klopftrichterproben (im Mittel von je 85 Halmen)

	Parzelle mit Unterbewuchs					Parzelle ohne Unterbewuchs					
Datum	Syrphiden		Coccinelliden		Chryso-piden	Syrphiden		Coccinelliden		Chryso-piden	n
	Larven	Puppen	Larven	Adulte	Larven	Larven	Puppen	Larven	Adulte	Larven	
24.6.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	9
2.7.	6	-	-	-	2	19	1	-	-	-	9
18.7.	9	3	1	-	3	9	1	3	1	2	9
25.7.	3	5	1	-	-	6	-	-	1	2	9
1.8.	1	-	-	-	6	1	1	-	2	8	9
	27		2		12	38		7		12	
	41					57					

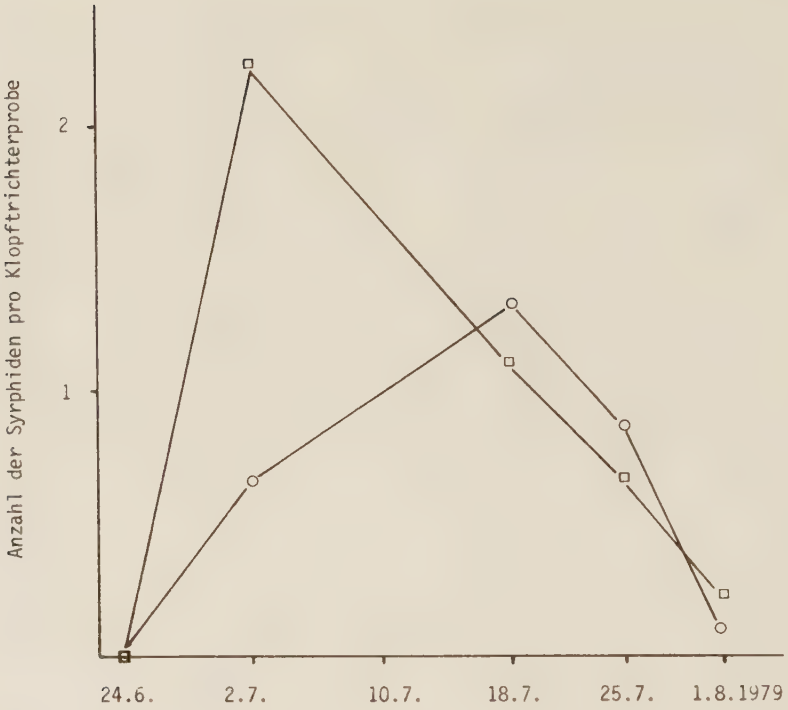


Abb. 4: Populationsdynamik der Syrphiden (Larven und Puppen zusammengenommen) 1979 nach Klopftrichterfängen (von im Mittel 85 Halmen).
□——□ Winterweizenparzelle (H) ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle (U) mit Unterbewuchs

3. UNTERSUCHUNGEN 1980

3.1. Einführung

Aus den Ergebnissen 1979 war zu schließen, daß die Faktoren, die die Populationsdichte der Getreideblattläuse auf dem Feld mit Unterbewuchs reduzieren, schon zum Zeitpunkt des beginnenden Populationswachstums wirksam sein müssen. Da die spezifischen Prädatoren, die Parasiten und die insektenpathogenen Pilze erst relativ spät in der Saison auftraten, und da sie im Falle der spezifischen Prädatoren mit der Anzahl der Blattläuse positiv korrelierten, können sie nicht für die Differenzen im Populationsmaximum der Blattläuse verantwortlich gemacht werden. Als entscheidender begrenzender Faktor der Getreideblattlauspopulationen wurden von Edwards et al. (1979) die räuberischen Bodenarthropoden, besonders die Carabiden, beschrieben, weil sie als unspezifische Prädatoren schon zum Zeitpunkt der Besiedlung der Felder mit Blattläusen in größeren Zahlen vorhanden sind. Außerdem sind die mikroklimatischen Bedingungen, die wiederum vom Unterbewuchs im Getreidefeld abhängen, für die Biotopbindung der Carabiden entscheidend (Thiele, 1964). Aus diesen Gründen schien es interessant, im Untersuchungsjahr 1980 auch die Populationsdichte der räuberischen Bodenarthropoden auf den Vergleichsparzellen zu untersuchen.

Das Wetter war im Frühjahr und Sommer 1980 sehr schlecht; in den Monaten Mai, Juni, Juli fielen im Untersuchungsgebiet insgesamt 287 mm Niederschlag, das entspricht 39 % des Jahresniederschlages. Aus diesem Grund war die Datenerhebung nur unregelmäßig möglich. Lagerschäden als Folge von Unwettern Anfang Juli erschwerten zusätzlich die Interpretation der Daten. Die Wiedergabe der Ergebnisse beschränkt sich deshalb auf die Auswertung der Bodenfallen und nur zusammenfassend auf die Registrierung der Insekten am Weizen.

3.2. Material und Methoden

3.2.1. Anlage des Versuchs

Es wurden drei Versuchsparzellen im Winterweizen (Sorte: Monopol) von je 1/2 ha (50 x 100 m) angelegt; in Abb. 5 ist ihre Form und Lage skizziert. Parzelle H war unterbewuchsfrei, sie wurde mit dem Herbizid Herbatox behandelt. In die anderen beiden Parzellen wurde am 12.5. Klee als Untersaat eingesät, und zwar: in Parzelle R 15 kg Rotklee (Trifolium pratenese) und in die Parzelle G 13 kg Gelbklee (Medicago lupulina). In beiden Parzellen waren die Untersaaten am 6.6. aufgelaufen. Der Weizen wurde am 23.8.1980 geerntet.

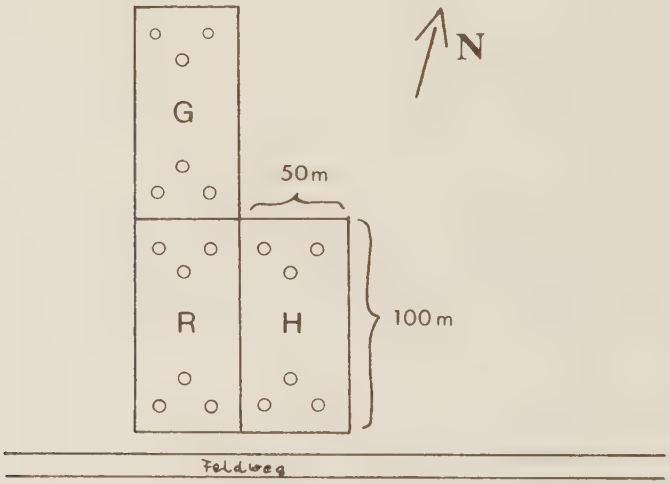


Abb. 5: Lageskizze derVersuchsparzellen im Winterweizen 1980
H: Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs (Herbizidbehandelt)
R: Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
G: Winterweizenparzelle mit Gelbklee als Untersaat
o: Positionen der Bodenfallen

3.2.2. Datenerhebung

3.2.2.1. Die Populationsdichte der Getreideblattläuse und ihrer spezifischen Prädatoren

In Abänderung von 2.2.2. wurden aus statistischen Gründen pro Parzelle in der Regel 12 Proben genommen. Darüberhinaus wurde die Anzahl der Getreidehalme pro Klopftrichterprobe von durchschnittlich 85 auf 340 erhöht, indem der Klopftrichter pro Probe viermal an unmittelbar benachbarten Stellen angesetzt wurde. Diese Proben wurden nur auf Parzelle H und R genommen. Um die Aussagekraft der "Klopftrichtermethode" zu untersuchen, wurden die Insektenpopulationen auf allen drei Parzellen auch direkt visuell registriert. Da aber aus oben genannten Gründen die Probennahme nur unvollständig sein konnte, wurde der geplante Methodenvergleich erst im Jahr 1981 (4.3.4.) systematisch durchgeführt.

3.2.2.2. Die Bodenarthropoden

Die Populations- bzw. Aktivitätsdichte der Arthropoden der Bodenoberfläche wurde mit Hilfe von Barberfallen bestimmt. Hierzu wurden zylindrische Plastikbehälter (6 cm Durchmesser), die zu 1/3 mit 4 % Formol gefüllt wurden, verwendet. Pro Parzelle wurden 6 Fallen plaziert (Positionen siehe Abb. 5). Die Fallen waren mit einem Plexiglasdach versehen, um ein Hereinregnen zu verhindern. Sie wurden zweiwöchentlich gewechselt. Die Determination der Carabiden erfolgte nach Dahl (1928).

3.2.2.3. Der Unterbewuchs

Am 10.8. wurde der Unterbewuchs registriert. In den drei Versuchsparzellen wurden die Pflanzen auf je 10 zufallsverteilten 1/4 m^2 großen Bodenflächen qualitativ und quantitativ bonitiert.

3.3. Ergebnisse

3.3.1. Der Blattlausbefall am Winterweizen

Der Blattlausbefall war 1980 auf allen drei Parzellen etwa gleich gering. Zum Zeitpunkt des Populationsmaximums wurden bei der direkten visuellen Kontrolle 3 bis 4 Individuen von M. dirhodum und 2 bis 3 Individuen von S. avenae pro Halm registriert. Von R. padi wurden nur vereinzelte Individuen gefunden.

3.3.2. Die spezifischen Prädatoren

Als spezifische Prädatoren wurden, nach der Abundanz geordnet, folgende Insektenfamilien gefunden: Syrphiden mit den häufigsten Arten Syrphus balteatus Degeer, Scaeva pyrastri L. und Sphaerophoria spp., Chrysopiden mit der einzigen Art Chrysopa carnea Steph., Coccinelliden mit den beiden Arten Propylaea 14-punctata L. und Coccinella septempunctata L. In Tab. 3 ist ihre Häufigkeit im Verlauf der Saison wiedergegeben, wie sie bei der visuellen Kontrolle registriert wurde; Tab. 4 gibt die entsprechenden Zahlen für die Klopftrichterfänge wieder.

Beide Tabellen zeigen übereinstimmend, daß die Gesamtzahl der spezifischen Prädatoren auf der Parzelle R und auf der Par-

Tabelle 3: Visuell registrierte Blattlaus-spezifische Prädatoren auf Winterweizenparzellen mit Gelbklee oder Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs 1980.
n = Anzahl der bonitierten Halme

	Datum	Syrphiden			Coccinelliden		Chrysopiden		Blattläuse pro Halm	n
		Eier	Larven	Puppen	Larven	Adulte	Eier	Larven		
Parzelle mit Gelbklee	12.6.	-	-	-	-	-	1	-	0,47	32
	19.6.	3	-	-	-	-	1	-	3,1	72
	27.6.	2	-	-	-	-	-	-	2,5	36
	4.7.	2	-	-	-	-	3	-	6,5	72
	9.7.	2	-	-	-	-	-	-	3,6	36
	27.7.	-	-	-	-	-	-	-	0,38	72
	2.8.	-	-	1	1	-	-	-	0,03	36
			10			1		5		
				16						
Parzelle mit Rotklee	12.6.	-	-	-	-	-	2	-	0,17	32
	19.6.	6	4	-	-	1	-	-	2,6	72
	27.6.	-	-	-	-	1	-	-	5,7	36
	4.7.	3	4	-	-	-	3	-	5,5	72
	9.7.	1	1	-	8	-	-	-	3,5	36
	27.7.	-	3	2	-	-	-	-	0,35	72
	2.8.	-	-	1	1	-	-	-	0,08	72
			25			11		5		
				41						
Parzelle ohne Unterbewuchs	12.6.	-	-	-	-	-	3	-	0,6	32
	19.6.	16	-	-	-	-	2	-	2,7	72
	27.6.	2	1	-	-	-	4	-	2,5	36
	4.7.	2	-	-	-	-	-	-	6,0	36
	9.7.	1	1	1	-	-	1	-	5,2	36
	27.7.	2	1	4	-	-	-	-	0,61	72
	2.8.	-	-	1	-	-	3	-	0,21	72
			32			0		13		
				45						

Tabelle 4: Klopftrichterfänge Blattlaus-spezifischer Prädatoren auf Winterweizenparzellen mit Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs 1980.
* Signifikanter Unterschied bei p = 0,05; n = Anzahl der Klopftrichterproben (im Mittel von je 340 Halmen)

Datum	Parzelle mit Rotklee						Parzelle ohne Unterbewuchs						n
	Syrphiden Larven	Syrphiden Puppen	Coccinelliden Larven	Coccinelliden Adulte	Chrysopiden Larven	Blattläuse pro Probe	Syrphiden Larven	Syrphiden Puppen	Coccinelliden Larven	Coccinelliden Adulte	Chrysopiden Larven	Blattläuse pro Probe	
27.6.	5	-	-	-	-	109	2	-	-	-	1	96	6
4.7.	15	-	-	-	9	154	12	-	-	2	-	102	12
9.7.	10	-	-	-	1	139	7	1	-	-	3	190	6
27.7.	31	4	9	-	5	37	26	7	11	-	11	42	12
3.8.	1	4	8	-	2	10	9	14	3	-	2	20*	12
	5						23*						
	70		17		17		78		16		17		
	104						111						

zelle H kaum differierte. Auf der Parzelle G wurden hingegen nach Tab. 3 wesentlich weniger spezifische Prädatoren registriert, was möglicherweise mit der feldrandentfernten Lage zu erklären ist.

Bei der visuellen Kontrolle wurde nach Tab. 3 festgestellt, daß Chrysopa carnea ihre Eier anscheinend bevorzugt in der unterbewuchsfreien Parzelle ablegt; diese Beobachtung wird aber durch die Klopftrichterfänge, die nur die Larven erfaßt, nicht bestätigt. Ansonsten wurden bei der visuellen Kontrolle insgesamt nur sehr wenige Individuen registriert, sodaß statistisch signifikante Aussagen nicht möglich sind und eine grafische Darstellung nicht sinnvoll erscheint.

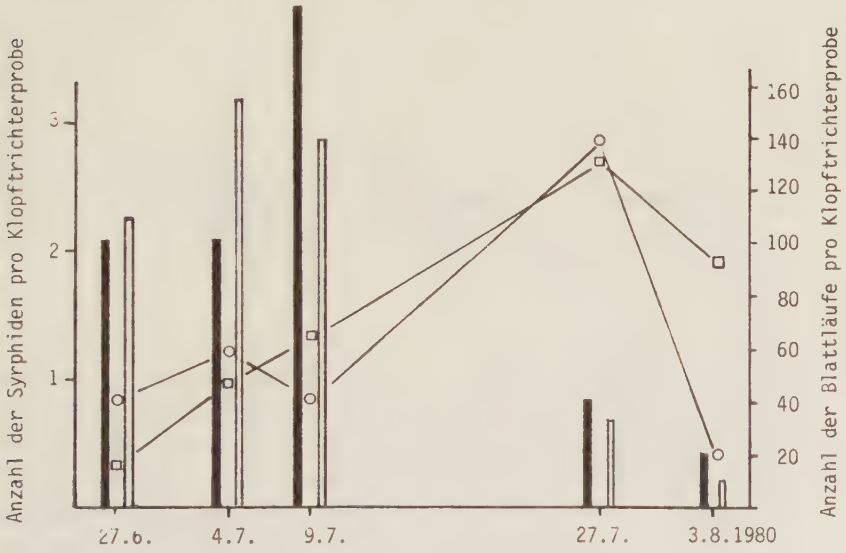


Abb. 6: Populationsdichte der Syrphiden (Larven und Puppen zusammengenommen) und der Getreideblattläuse 1980 nach Klopftrichterfängen (von im Mittel 340 Halmen)
□——□ Syrphiden, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Syrphiden, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
▮ Getreideblattläuse, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
▯ Getreideblattläuse, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

Entsprechend den Klopftrichterfängen ist in Abb. 6 der Populationsverlauf der Syrphiden und der Getreideblattläuse auf den beiden Parzellen H und R vergleichend dargestellt. Danach korrelierte die Anzahl der Syrphiden positiv mit der Anzahl der Blattläuse, am 3.8. war diese Korrelation besonders deutlich.

Insgesamt kamen die spezifischen Prädatoren auch 1980 so spät, daß sie auf die Populationsdynamik der Blattläuse keinen entscheidenden Einfluß mehr haben konnten. Dies wird auch durch die Beobachtung bestätigt, daß auf der Parzelle G nicht mehr Blattläuse gefunden wurden, obwohl die Populationsdichte der spezifischen Prädatoren hier um mehr als die Hälfte geringer war.

3.3.3. Die Bodenarthropoden

Die Arthropoden der Bodenoberfläche wurden nach Methode 3.2.2.2. auf den drei Versuchsparzellen untersucht. Folgende Arthropodengruppen wurden registriert:
Coleoptera: Carabidae (Abb. 7)
Staphylinidae (Abb. 8)
Aranea: (Abb. 9).

Abb. 7 zeigt, daß zu Beginn der Saison bis zum 28.6. auf der Parzelle R mehr als doppelt soviele Carabiden gefangen wurden als auf den beiden anderen Parzellen. Aus Tab. 5, in der die Carabiden nach den Arten differenziert aufgeschlüsselt sind, geht hervor, daß dieser Unterschied nicht nur von den phytophagen Arten Amara ovata und Amara aenea (die auf den Parzellen mit Untersaaten mehr Nahrung finden) verursacht wurde, sondern auch von den zoophagen Arten Bembidion obtusum, Trechus quadristriatus, Agonum dorsale und Bembidion lampros, von denen die letzten drei von Vickerman und Sunderland (1975) als Prädatoren von Getreideblattläusen beschrieben sind. Während die unterschiedliche Populationsdichte der Carabiden in der Par-

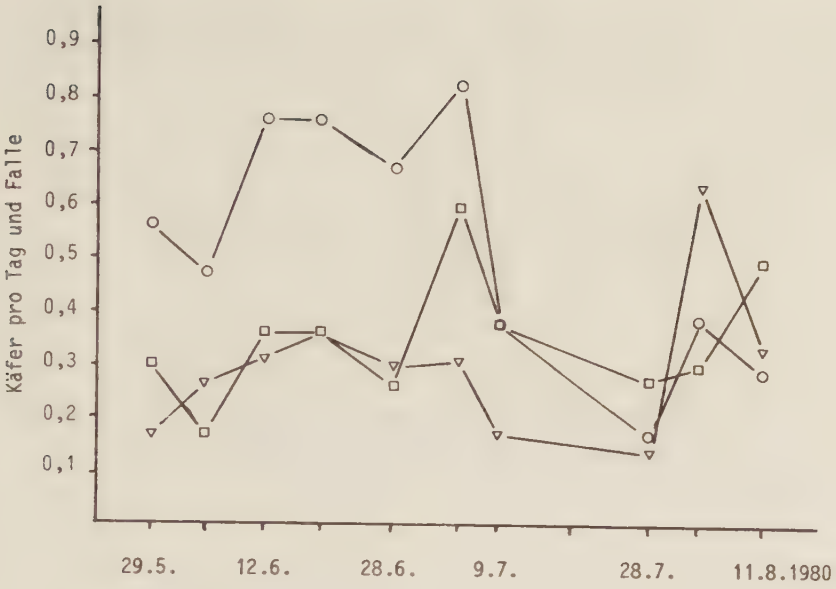


Abb. 7: Anzahl der 1980 in drei verschiedenen Versuchsparzellen gefangenen Carabiden.
□—□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○—○ Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
▽—▽ Winterweizenparzelle mit Gelbklee als Untersaat

zelle R und in der Parzelle H mit dem Vorhandensein des Unterbewuchses zu erklären ist, sind die Unterschiede in der Populationsdichte zwischen der Parzelle R und der Parzelle G möglicherweise auf Randeffekte zurückzuführen; für diese Erklärung spricht, daß auf der Parzelle R in den Feldrandnahen Fallen mehr Individuen gefangen wurden als in den Feldrand-entfernten Fallen derselben Parzelle.

Der Populationsverlauf der Staphyliniden (Abb. 8) ist auf den drei Vergleichsparzellen während der Saison sehr uneinheitlich, auffallend ist ein relativ schwaches Vorkommen der Staphyliniden auf der Parzelle G, was wiederum mit einem Randeffekt erklärbar ist.

Tabelle 5: Carabidenfänge (1980) von je 6 Barber-Bodenfallen auf Winterweizenparzellen mit Rotklee (R) oder Gelbklee (G) als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs (H)

		Trechus quadristriatus Schrank	Loricera pilicornis Fabricius	Bembidion obtusum Serville	Amara ovata Fabricius	Nebria iberica Oliveira	Harpalus aeneus Fabricius	Pseudophonus pubescens Müll	Agonum dorsale Pontoppidan	Bembidion lampros Herbst	Amara aenea DeGeer	Poecilus cupreus Linnaeus	Stomis pumicatus Panzer	Badister sodalis Duftschmid	Synuchus nivalis Panzer	Asaphidion flavipes Linnaeus	Notiophilus spec.	Summe
	R		2	2		3	3				6	1						17
29.5.	G					4					1							5
	H		2	1		5	1											9
	R		2	4	6	3	2		2			1						20
5.6.	G		1	2		6		1	1									11
	H		1	1		2	2	1										7
	R	1		6	13	5	1	2	2		2	1		1				34
12.6.	G	2		1	1	6	2	1						1				14
	H	2	4	1	1	8	2	3										21
	R	5	2	3	12	1	4		2		2	1						32
19.6.	G	3	1	4	1		2	3	1	1								16
	H	2	1	1	1	4	1	4				1						15
	R	9		6	5		1		1	4								26
28.6.	G	6		1	4		2			3							1	17
	H	7	1		1	1	1		2									13
	R	25	3	2	2		1		1				1					35
5.7.	G	11		1	1													13
	H	5		1		1			2	1	1							25
	R	2	1	2	2					2								9
9.7.	G	1	2					1										4
	H	5		1			2		1									9
	R	24	6	2	2				3	2								39
28.7.	G	9	7		1				1									18
	H	9	7	3			1	3	4	3	2		1					33
	R	4	5	2					1	1								13
3.8.	G	4	11	2	2			2		1					1	1		24
	H	1	7	2						1								11
	R	77	21	34	42	12	12	2	13	10	10	4	1	1				239
Summe	G	44	24	14	11	16	6	9	3	6	1			1	2	1	1	139
	H	53	25	17	3	21	10	15	9	6	3	1	3	1				167
Summe		174	70	65	56	49	28	26	25	22	14	5	4	3	2	1	1	545

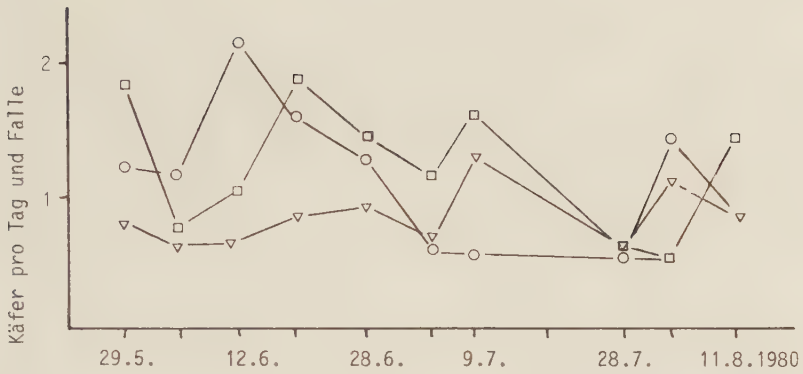


Abb. 8: Anzahl der 1980 in drei verschiedenen Versuchsparzellen gefangenen Staphyliniden.
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
▽——▽ Winterweizenparzelle mit Gelbklee als Untersaat

Die Araneen (Abb. 9) waren ziemlich einheitlich auf den drei Parzellen gleich häufig mit einer geringfügig größeren Abundanz auf der Parzelle G.

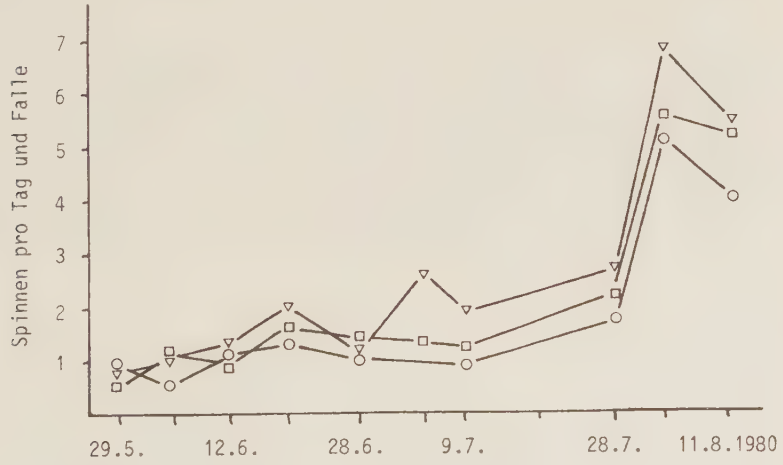


Abb. 9: Anzahl der 1980 in drei verschiedenen Versuchsparzellen gefangenen Spinnen.
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
▽——▽ Winterweizenparzelle mit Gelbklee als Untersaat

3.3.4. Der Unterbewuchs

Der Unterbewuchs wurde nach Methode 3.2.2.3. bonitiert. Auf den Parzellen R und G wurden neben den Untersaaten folgende Unkräuter festgestellt, wobei die Reihung entsprechend der Abundanz vorgenommen ist:

Alopecurus myosuroides Huds.
Stellaria media (L.) Vill.
Veronica persica Poir.
Agropyron repens L.
Thlaspi arvense L.
Anagallis arvensis L.
Convolvulus arvensis L.
Lamium purpureum L.
Capsella bursa-pastoris (L.) Med.
Viola arvensis Murr.
Galium aparine L.
Matricaria chamomilla L.
Delphinium consolida L.
Myosotis arvensis (L.) Hill.

Auf der Parzelle H überstanden nur einige Wildgräser die Herbizidbehandlung. Die quantitative Auswertung des Unterbewuchses ergab im Mittel folgendes Bild: Parzelle R, 54 Unkräuter und 176 Rotkleepflanzen pro m^2; Parzelle G, 35 Unkräuter und 251 Gelbkleepflanzen pro m^2 und Parzelle H, 18 Grasbüschel pro m^2. Beide Kleearten wurden nicht von Schädlingen, insbesondere Blattläusen, befallen.

4. UNTERSUCHUNGEN 1981

4.1. Einführung

Im Untersuchungsjahr 1980 wurden beide Kleearten nicht von Schadorganismen, insbesondere Blattläusen, befallen. Der Klee als Untersaat kann somit nur indirekt einen Einfluß auf die Entomofauna des Getreidefeldes haben, entweder über eine Veränderung des Mikroklimas oder über eine veränderte optische Attraktivität der Felder für einfliegende Insekten. Da Rotklee einen üppigeren Wuchs als Gelbklee hat, und deshalb in obigem Sinne einen größeren Effekt haben sollte, wurde im Untersuchungsjahr 1981 als Vergleich zur Herbizidbehandelten unterbewuchsfreien Parzelle nur eine Parzelle mit Rotklee als Untersaat eingesät.

Die Ergebnisse 1980 ließen weiterhin vermuten, daß der Einfluß der Untersaaten auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse ein indirekter ist, der über die Populationsdichte bodenbewohnender Arthropoden zustande kommt. Insbesondere waren die Carabiden in der Parzelle mit Rotklee als Untersaat zahlenmäßig stark vertreten, was möglicherweise auf Einwanderung zurückzuführen ist. Um diesen Hinweisen genauer nachzugehen, wurden die Versuche 1981 mit besonderem Augenmerk auf diese Fragestellung angelegt.

4.2. Material und Methoden

4.2.1. Versuch zum Einfluß von Rotklee als Untersaat im Winterweizen auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse

4.2.1.1. Anlage des Versuchs

Der Versuch wurde innerhalb eines Winterweizenfeldes (Sorte Monopol) durchgeführt, das auf einer flachen Bergkuppe lag. Um den Bodenarthropoden gute Einwanderungsmöglichkeiten zu bieten, wurden zwei sehr schmale Parzellen von je 0,3 ha

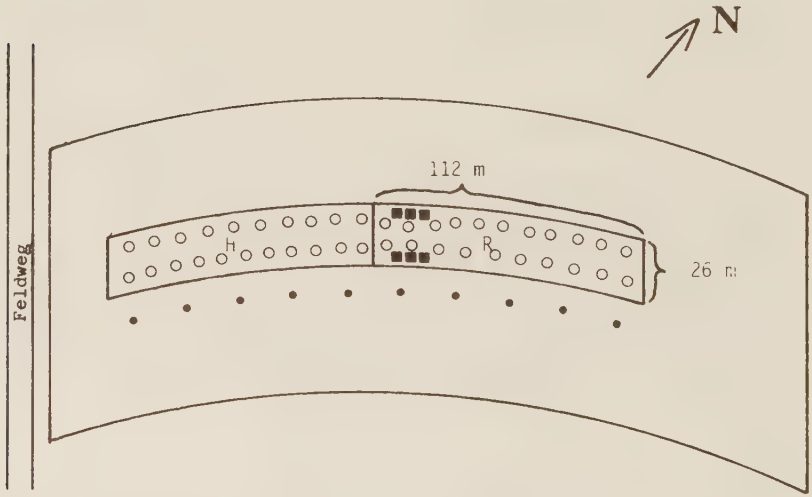


Abb. 10: Lageskizze der Versuchsparzellen 1981 im Winterweizen.
H: Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs (Herbizid-behandelt)
R: Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
o: Positionen der Bodenfallen
■: Testparzellen mit Manipulation der Carabidendichte
•: Meßpunkt der Blattlausdichte außerhalb der Versuchsparzellen

(26 x 112 m) entsprechend Abb. 10 angelegt. Die beiden Parzellen grenzten an der höchsten Stelle der Kuppe mit ihren Querseiten aneinander. Die feldrandnahe Parzelle H wurde am 15.4. mit dem Herbizid "Basagran plus" gespritzt. In die feldrandentfernte Parzelle R wurde am 15.4. 9 kg Rotklee eingesät, der am 16.5. aufgelaufen war. Der Weizen wurde am 17.8. geerntet.

4.2.1.2. Datenerhebung

4.2.1.2.1. Die Populationsdichte der Getreideblattläuse und ihrer spezifischen Prädatoren

4.2.1.2.1.1. Probennahme mit dem Klopftrichter

Die Probennahme mit dem Klopftrichter wurde entsprechend 3.2.2.1. durchgeführt. Aufgrund des starken Blattlausbefalls 1981 wurde allerdings die Anzahl der bonitierten Halme pro Probe entsprechend der zeitlich unterschiedlichen Populationsdichte der Blattläuse variiert. Dazu wurde der Klopftrichter am 7.6., 16.6., 11.7., 18.7. und 28.7. wie unter 3.2.2.1. viermal, am 23.6. und 1.7. zweimal und am 5.7. nur einmal pro Probe angesetzt. Die so erhaltenen Proben waren in ihrem Umfang z.T. aber immer noch so groß, daß eine vollständige quantitative Auswertung unmöglich war und die Proben geschnitten werden mußten. Bei der Wiedergabe der Ergebnisse sind alle Werte auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen extrapoliert. Bei der Auswertung der Proben wurden in Abänderung von 2.2.2. die Larven der Blattläuse differenziert in drei Gruppen: die Larven des ersten bis dritten Stadiums zusammengefaßt und die Larven des vierten Stadiums nach dem Vorhandensein von Flügelanlagen differenziert.

Unabhängig von den zu untersuchenden Versuchsparametern (Herbizidbehandlung versus Untersaat zur Suppression der Un-

kräuter) war aufgrund der unterschiedlichen topographischen Lage der Versuchsparzellen auch mit anderen Effekten auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse zu rechnen. Um dies zu kontrollieren, wurde am 9.7. auf dem Nachbarfeld, das einheitlich über die gesamte Länge mit dem Herbizid Basagram plus behandelt worden war, ebenfalls die Populationsdichte der Getreideblattläuse bestimmt. Hierzu wurden an den in Abb. 10 gekennzeichneten Stellen Proben mit dem Klopftrichter genommen und einzeln ausgewertet. Als Maß für die Populationsdichte der Blattläuse an diesen Stellen wurde ihre Biomasse (Frischgewicht) durch Wägung bestimmt.

4.2.1.2.1.2. Visuelle Registrierung im Feld

In Anpassung an die Populationsdichte der Blattläuse wurden ab dem Beginn des Populationswachstums pro Woche zwischen 100 und 40 Halme bonitiert. Alle drei Blattlausarten wurden nach folgenden Entwicklungsstadien differenziert: alate Adulte, aptere Adulte, Larven des vierten Stadiums und die Larven des ersten bis dritten Stadiums zusammengenommen (die Larven des vierten Stadiums, insbesondere von M. dirhodum und R. padi können mit bloßem Auge schlecht nach dem Vorhandensein von Flügelanlagen differenziert werden). Bei der Registrierung von M. dirhodum und R. padi wurde differenziert, ob die Blattläuse auf Ähre und Fahnenblatt oder auf dem Rest des Halmes saßen. Für S. avenae entfällt diese Differenzierung, da diese Art praktisch nur die Ähre und das Fahnenblatt besiedelt.

4.2.1.2.2. Die Bodenarthropoden

Zur Registrierung der Bodenarthropoden wurden die gleichen Barberfallen wie 1980 verwendet. Es wurden pro Parzelle 21

Stück eingesetzt; ihre Positionen sind aus Abb. 10 ersichtlich.

4.2.1.2.3. Der Unterbewuchs

Am 28.7. wurde der Unterbewuchs wie unter 3.2.2.3. registriert.

4.2.1.2.4. Die Erträge

Auf jeder der beiden Parzellen wurde der Flächenertrag auf einer Fläche von 25 m² und das Tausendkorngewicht bestimmt. Hierfür danke ich Herrn Weng von der Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart.

4.2.2. Versuch zum Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse

Edwards et al. (1979) haben in Feldexperimenten, in denen sie Versuchsparzellen auf verschiedene Weisen an Bodenarthropoden verarmt haben, nachgewiesen, daß Carabiden die Populationen von Getreideblattläusen entscheidend reduzieren können. Diese Arbeiten wurden in Großbritanien durchgeführt und beziehen sich besonders auf die die Ähren besiedelnden Blattläuse. Da M. dirhodum, die in den beiden Vorjahren im Untersuchungsgebiet häufigste Getreideblattlausart, hingegen nur an den Blättern lebt, erschien es interessant, diese Versuche unter den anderen ökologischen Bedingungen in Süddeutschland durchzuführen. In Erweiterung der oben genannten Arbeit wurde untersucht, ob sich durch Herstellung einer Überpopulation an Carabiden, was einer etwaigen Ein-

wanderung dieser Tiere in für sie attraktive Felder (z.B. mit Unterbewuchs) entspricht, eine verstärkte Prädation auf die Getreideblattläuse nachweisen läßt.

4.2.2.1. Anlage des Versuchs

Innerhalb der Parzelle R (siehe Abb. 10) aus Versuch 4.2.1. wurden am 18.5. in einfacher Wiederholung (A und B) je drei Testparzellen à 3 x 3 m mit Plastikbarrieren (20 cm über der Erde, 10 cm unter der Erde) umgeben. Aus den Parzellen A_1 und B_1 wurden ab dem 18.5. mit Hilfe von 25 trockenen Bodenfallen die Arthropoden der Bodenoberfläche gefangen, die Carabiden wurden in die Parzellen A_2 und B_2 umgesetzt, während die übrigen Tiergruppen in den ursprünglichen Parzellen A_1 und B_1 wieder freigelassen wurden. So wurde in A_1 und B_1 eine Unterpopulation und in A_2 und B_2 eine Überpopulation an Carabiden hergestellt. In den Parzellen A_3 und B_3 wurde als Kontrolle der Arthropodenbestand nicht verändert.

Um ein eventuelles Einwandern von Prädatoren in die Versuchsparzelle über Blattbrücken zu verhindern, wurden die Getreidehalme mit einer Sichel im Abstand von 30 cm um die Versuchsparzellen herum entfernt.

4.2.2.2. Datenerhebung

Die Anzahl der Carabiden wurde ab dem 7.6. beim Umsetzen der Tiere zweimal pro Woche registriert, während die Blattlausdichte ab dem 16.6. einmal pro Woche durch visuelle Kontrolle bestimmt wurde. Da die Parzellen nicht betreten werden sollten, um die Entwicklung der Blattlauspopulationen nicht zu sehr zu stören, wurde an jedem Halm nur der Insektenbesatz von Ähre und Fahnenblatt durch Hereinbeugen

in die Parzelle bonitiert. Die Anzahl der Stichproben war zu Anfang der Saison 50 Halme, später 30 Halme pro Parzelle.

4.2.3. Versuche zur Aufklärung der Art und Weise der Blattlausprädation durch Carabiden

Obwohl in den letzten Jahren mehrere Untersuchungen durchgeführt wurden (Edwards et al., 1979; Sunderland, 1975; Vickerman und Sunderland, 1975), die aufzeigen, daß Carabiden Getreideblattlauspopulationen dezimieren, ist noch immer unklar, wo und wie sie dies tun. Griffiths (1982) untersuchte die nächtliche Aktivität der Bodenarthropoden im Getreidefeld und beobachtete, daß Carabiden nur sehr selten die Getreidepflanzen erklettern und hauptsächlich am Boden aktiv sind. Wenn die Carabiden aber die Blattlauspopulationen durch Prädation am Boden dezimieren, sollte nachzuweisen sein: 1. daß die Getreideblattläuse in großer Anzahl von ihren Wirtspflanzen fallen und 2. daß sie ihre Wirtspflanzen nach dem Absturz auch wieder erklettern. Denn nur unter der Voraussetzung, daß die abgestürzten Blattläuse nicht sowieso für die Population verloren sind, ist eine effektive Prädation am Boden erklärbar. Die im folgenden beschriebenen Versuche sollten diese Frage aufklären.

4.2.3.1. Versuch zur Erfassung der Fallreaktion der Getreideblattläuse

Um die Anzahl der von den Halmen fallenden Blattläusen zu ermitteln, wurden am 9.7. für 48 Stunden 9 mit 4 % Formol zu 1/3 gefüllte weiße Plastikdosen (Größe: 10,5 x 21 cm) auf den Boden zwischen die Reihen der Parzelle H gestellt. Wie ein rechnerischer Vergleich der Bodenfläche der Plastikdosen mit der Dichte der Getreidehalme im Feld ergibt, ist

die Anzahl der in eine Dose fallenden Blattläuse im Mittel 12,5 Halmen zuzuordnen.

4.2.3.2. Versuch zur Erfassung der Fähigkeit der Getreideblattläuse zum Wiedererklettern ihrer Wirtspflanze

In Parzelle H wurden am 9.7. auf einer Fläche von 1 x 1,5 m alle Blattläuse von den Halmen geschüttelt, und im Zentrum dieser Fläche wurden 13 Halme mit einem Pinsel von vereinzelt noch verbliebenen Blattläusen gesäubert. Diese 13 Halme wurden 48 Stunden später bonitiert, um das Ausmaß und die Fähigkeit der Getreideblattläuse zur Wiederbesiedlung ihrer Wirtspflanzen durch Erklettern zu dokumentieren.

4.3. Ergebnisse

4.3.1. Der Einfluß von Rotklee als Untersaat im Winterweizen auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse

4.3.1.1. Der Populationsverlauf der Getreideblattläuse

Im Jahr 1981 wurde der Winterweizen, wie auch andere Kulturpflanzen, stark von Blattläusen befallen. Die wirtschaftliche Schadensschwelle für Getreideblattläuse wurde im Untersuchungsgebiet überschritten.

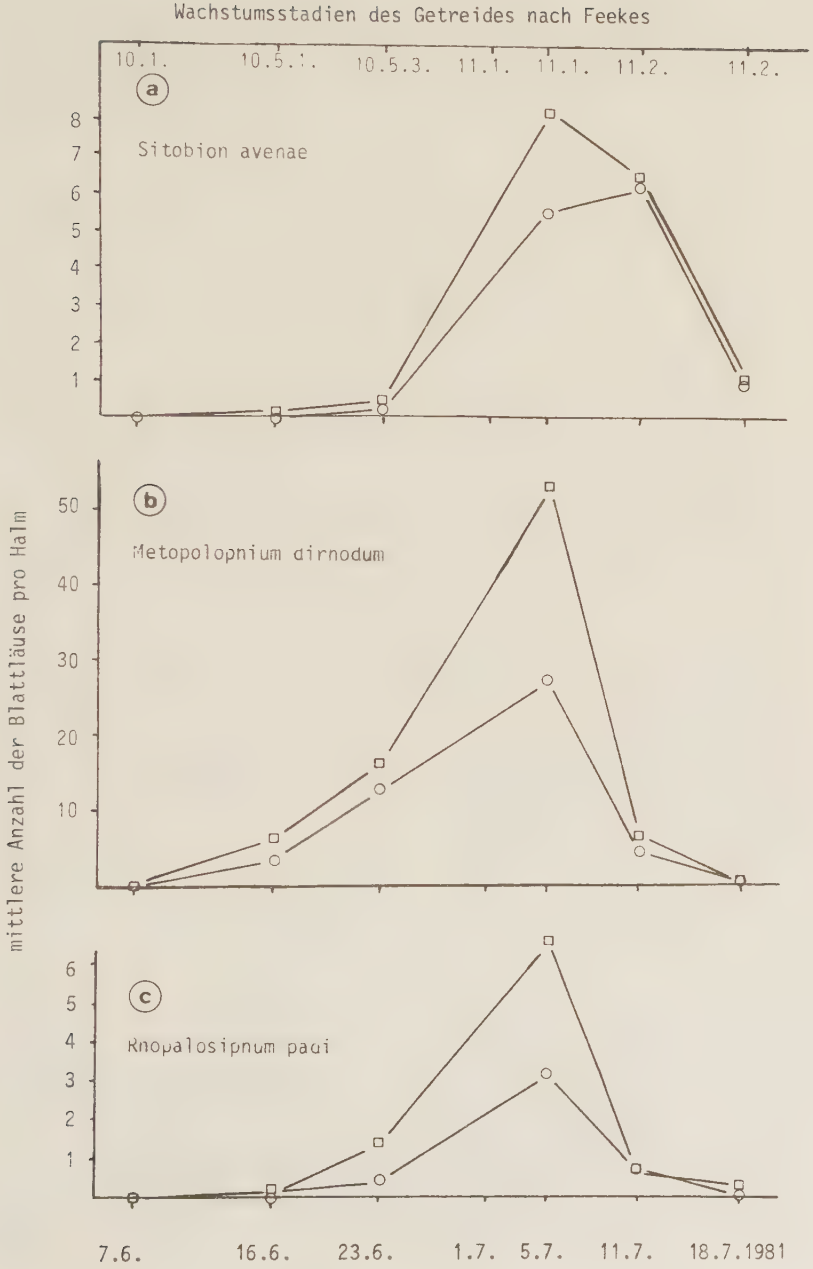
Wie aus Abb. 11 ersichtlich, kam es besonders für M. dirhodum zu einer Gradation, die auf der Parzelle H (53 Blattläuse pro Halm) doppelt so stark war wie auf der Parzelle R. Dieser Unterschied war nach dem U-Test statistisch signifikant ($p = 0,01$). Tabelle 6, die die entsprechenden Zahlen für die visuelle Registrierung wiedergibt, zeigt, daß er sich schon zum Zeitpunkt des Initialbefalls manifestiert hatte.

Tabelle 6: Anzahl der visuell im Feld registrierten Getreideblattläuse auf Winterweizenparzellen mit Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs 1981.
n = Anzahl der Stichproben. Signifikante Unterschiede zwischen den Parzellen:
* p = 0,05; + p = 0,01.

Parzelle mit Rotklee als Untersaat		mittlere Anzahl der Blattläuse pro Halm							Gesamtzahl der lebenden Blattläuse pro Ähre und Fahnenblatt	n
	Datum	aptere Adulte	alate Adulte	Larven L4	Larven L1-3	Gesamtzahl der Blattläuse lebend	parasit.	verpilzt / %		
S. avenae	7.6.	0	0	0	0	0	0	0		100
	16.6.	0	0	0	0	0	0	0		80
	23.6.	0,02	0	0	0,18±0,7	0,2 ±0,7	0	0		60
	5.7.	0,78±1,66	0,08±0,3	0,2 ±1,3	4,4 ±5,1	5,5 ±6,5	0	0		40
	11.7.	0,68±1,4	0,2 ±0,47	0,45±0,96	4,9 ±5,1	6,2 ±5,7	0,3 ±0,5	0,98±1,7 / 13,6		40
	18.7.	0,07±0,3	0	0,1 ±0,29	0,8 ±2,3	0,95±2,5	0,38±0,64	n.d.		60
M. dirhodum	7.6.	0,03±0,17	0,01±0,1	0	0,04±0,4	0,08±0,53			0	100
	16.6.	0,44±1,25	0,39±1,3	0,81±1,9	1,93±3,7	3,6 ±4,8			1,5 ±3,2	80
	23.6.	0,47±1,1	0,2 ±0,48	1,4 ±3,0	10,6±11,4	12,7±12,8	0	0,05 / 0,4	4,12±5,9	60
	5.7.	1,6 ±2,0	0,55±0,6	1,9 ±2,4	23,4±14,5	27,2±16,8+	0,1	2,05±1,8 / 7	19,8±14,6	40
	11.7.	0,15±0,36	0,1 ±0,37	1,3 ±1,5	2,9 ±3,2	4,5 ±3,9	0,1	12,1 ±8,4 / 72,9	3,3 ±3,0	40
	18.7.	0,02	0	0,02	0,08	0,12±0,4	0,1	11,6 ±6,0 / 99	0,12 ±0,4	60
R. padi	7.6.	0,01±0,1	0	0,02±0,14	0	0,03±0,17	0	0	0	100
	16.6.	0,01	0,03	0	0,11±0,9	0,15±1,1	0	0	0,14	80
	23.6.	0,02	0	0,02	0,43±1,2	0,47±1,2	0	0,02 / 4	0,2	60
	5.7.	0,2 ±0,6	0,03	0,4 ±0,7	2,5 ±5,0	3,13±5,3*	0	0,05 / 1,5	1,8	40
	11.7.	0,15±0,48	0	0,2 ±0,79	0,4 ±1,0	0,75±1,6	0	0,15 / 16,7	0,6	40
	18.7.	0	0	0	0,067±0,25	0,067±0,25	0	n.d. -	0,067	60

Fortsetzung Tabelle 6

		Datum	mittlere Anzahl der Blattläuse pro Halm: aptere Adulte	alate Adulte	Larven L4	Larven L1-3	Gesamtzahl der Blattläuse: lebend	parasit.	verpilzt / %	Gesamtzahl der lebenden Blattläuse pro Ähre und Fahnenblatt	n
Parzelle ohne Unterbewuchs	S. avenae	7.6.	0	0	0	0	0	0	0		
		16.6.	0,02	0,01	0	0,1	0,13	0	0		
		23.6.	0,1 ±0,4	0	0,03	0,31±1,3	0,44±1,7	0	0		
		5.7.	0,67±1,3	0,25±0,71	0,56±1,2	6,6±10,9	8,1±12,4	0	0,1 / 1,2		
		11.7.	0,9 ±2,1	0,18±0,45	0,48±0,86	4,8 ±5,0	6,4 ±6,1	0,5 ±0,6	1,4 ±2,0 / 17,9		
		18.7.	0,17±0,62	0	0,2 ±0,73	0,75±1,4	1,1 ±2	0,23±0,44	n.d.		
	M. dirhodum	7.6.	0,01	0,02	0	0,5 ±2,3	0,53±2,3	0	0	0,04±0,4	100
		16.6.	0,28±0,60	0,26±0,69	0,42±1,06	5,2 ±6,9	6,15±8	0	0	1,97±3,6	100
		23.6.	0,53±0,86	0,30±0,58	1,3 ±2,7	14,1±12,8	16,2±14,6	0	0	6,45±7,3	60
		5.7.	1,1 ±1,5	0,92±1,1	5,7 ±4,9	45,7±28,5	53,4±30,6	0,4	6,0 ±6,0 / 10,2	35,3±26,1	40
		11.7.	0,4 ±1,0	0,18±0,5	1,1 ±1,4	4,7 ±5,0	6,4 ±6,4	0	15,9±12,2 / 71,3	5,0 ±5,8	40
		18.7.	0,02	0	0,02	0,15±0,61	0,18±0,8	0,1	15,1 ±9,1 / 99	0,18±0,8	60
	R. padi	7.6.	0	0	0	0	0	0	0	0	100
		16.6.	0,01	0,01	0	0,06±0,5	0,08±0,52	0	0	0,06	100
		23.6.	0,02	0,07	0,05	1,2 ±2,6	1,35±3,03	0	0	0,9	60
		5.7.	0,68±1,2	0,08	0,6 ±1,3	4,7 ±6,6	6,06±8,7	0	0,05 / 0,8	3,95	40
		11.7.	0,15±0,43	0	0,08	0,4 ±0,93	0,63±1,3	0	0,45 / 41,6	0,63	40
		18.7.	0,03	0	0,03	0,18±0,62	0,25±0,77	0	n.d. -	0,25	60


Wachstumsstadien des Getreides nach Feekes
10.1.
10.5.1.
10.5.3.
11.1.
11.1.
11.2.
11.2.
a
Sitobion avenae
b
Metopolophium dirnodum
c
Rhopalosipnum padi
mittlere Anzahl der Blattläuse pro Halm
7.6.
16.6.
23.6.
1.7.
5.7.
11.7.
18.7.1981

Für S. avenae (Abb. 11a) wurde auf der Parzelle R ein um 25 % reduziertes Populationsmaximum (6 Blattläuse pro Halm) registriert, das nach der visuellen Registrierung statistisch nicht signifikant war und im Vergleich zur Parzelle H um einige Tage verzögert auftrat.

Die Ergebnisse für R. padi entsprechen auf niedrigerem Niveau denen für M. dirhodum. Zum Zeitpunkt der Milchreife (Feekesskala 11.1) wurden auf der Parzelle H 6 Blattläuse pro Halm und auf der Parzelle R 3 Blattläuse pro Halm registriert; dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,05$).

Die Populationsverläufe, wie sie nach den Klopftrichterfängen ermittelt wurden (Tab. 7 und Abb. 12), bestätigen die Ergebnisse der visuellen Kontrolle. Ein Unterschied der Ergebnisse ergibt sich aber daraus, daß der Klopftrichter im Gegensatz zur visuellen Kontrolle nur den Insektenbesatz von Ähre und Fahnenblatt erfaßt. Aus diesem Grund konnten für M. dirhodum an den beiden ersten Untersuchungsterminen, als der größte Teil der Populationen noch die unteren Teile der Weizenpflanzen besiedelte, mit dem Klopftrichter keine Unterschiede im Befall der beiden Vergleichsparzellen festgestellt werden. Ein detaillierter Vergleich der beiden Registrierungsmethoden in Bezug auf die Abschätzung der Populationsdichte der Getreideblattlausarten am Weizen ist unter 4.3.4. durchgeführt.

Abb. 11: Populationsdynamik der Getreideblattläuse 1981 nach visueller Kontrolle
□——□ Winterweizenparzelle (H) ohne Unterbewuchs
○——○ Winterweizenparzelle (R) mit Rotklee als Untersaat

Tabelle 7: Pro Klopftrichterprobe (extrapoliert auf Proben von je 340 Halmen) gefangene Getreideblattläuse auf Winterweizenparzellen mit Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs 1981; Anzahl der Proben n = 12. Signifikante Unterschiede zwischen den Parzellen: * p = 0,05; + p = 0,01.

Parzelle mit Rotklee als Untersaat		Datum	aptere Adulte	alate Adulte	Larven apt.L4	Larven al.L4	Larven L1-3	Gesamtzahl der Blattläuse lebend	parasitiert	verpilzt / %
	S. avenae	7.6.	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
		16.6.	0,6 ± 0,8	0,8 ± 0,8	0,1	0	3,0 ± 3,0	4,4 ± 3,5	0	0
		23.6.	5,2 ± 4,4	1,2 ± 1,4	3 ± 3,2	0	12,2 ± 11,2	21,6 ± 17	0	0
		1.7.	9,2 ± 4,2	4,4 ± 5,2	6 ± 6,8	0	41,8 ± 25,6	61,4 ± 28,2	0	0
		5.7.	32,8 ± 18	8,4±10,4	9,2±10	34,8 ± 37,2	132,4 ± 70	217,2±113,2+	0,4	4 ± 5,2 / 1,8
		11.7.	16,3 ± 6,2	9,0 ± 6,4	9,2 ± 6,1	44,9 ± 23,8	193,4 ± 41	274 ± 58,4	0	15,5 ± 6,6 / 5,3
		18.7.	1 ± 1,3	1,3 ± 1,4	0,9 ± 1,7	3,3 ± 1,8	10,7 ± 4,3	17,3 ± 7,5+	0,5 ± 0,8	n.d.
	M. dirhodum	7.6.	0,4 ± 0,7	0,2	0,1	0	2,3 ± 2,7	2,9 ± 3,2	0	0
		16.6.	7,4 ± 4,3	7,4 ± 3,6*	7,0 ± 4,3	1,6 ± 1,7	55,6 ± 20,7	79 ± 24,6	0	0
		23.6.	27,8±11,4	12,4 ± 4,8*	11,4 ± 7,6	0,6 ± 1,4	146,8 ± 45,4	198 ± 56*	0	0
		1.7.	71,6±34,8	16 ± 8,8*	37,8±14,8	48,4 ±21,6	463,2±122	630 ±174+	0	3,6± 9,2 / 0,6
		5.7.	125,2±42,4	40 ±17,6+	29,6±16	177,6 ± 6,0	793,2±193,2	1164 ±282+	2	47,2±15,6 / 3,8
		11.7.	21,6±11,1	3,9 ± 4,0*	5,3 ± 3,8	49,8 ±30,1	161 ± 65,1	243,8±104,4	4,3 ± 3,9	114,8±64 / 32,0
		18.7.	0,5 ± 1,2	0,4 ± 0,7	0	0,1	3,3 ± 2,8	4,3 ± 3,6*	0,8 ± 0,8	n.d.
	R. padi	7.6.	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
		16.6.	0,6 ± 0,8	1,2 ± 1,3*	0,1	0	4,3 ± 2,6	6,2 ± 3,8	0	0
		23.6.	2 ±1,8	1,6 ±1,6	3,3 ±0,6	0	13,6 ±10,4	21,6 ±13*	0	0
		1.7.	2,6 ±3,2	2,6 ±2,6	0,33±1,2	2 ± 5,8	45,2 ±67,4	52,8 ±62+	0	0,4 / 0,8
		5.7.	5,2 ±8,0	0,8	5,2 ±7,6	7,2 ±10,8	85,2 ±43,2	103,6 ±53,2+	0	0
		11.7.	4,2 ±3,1	0,7 ±1,6	5,4 ±3,8	12,2 ±10,6	46,1 ±24	68 ±29,4*	0	3,7 ±3,2 / 3,8
		18.7.	0,8 ±1,1	0,2 ±0,6	0,5 ±0,7	2,3 ± 1,6	5,8 ± 5,0	9,4 ± 6,9	0	n.d.

Fortsetzung Tabelle 7

		Datum	aptere Adulte	alate Adulte	Larven apt.L4	Larven al.L4	Larven L1-3	Gesamtzahl der Blattläuse lebend	parasitiert	verpilzt / %
Parzelle ohne Unterbewuchs	S. avenae	7.6.	0	0	0	0	0	0	0	0
		16.6.	1,5± 3,4	0,5± 0,5	1 ± 2,5	0	4,4± 4,8	7,4 ± 10,5	0	0
		23.6.	2,8± 4	0,6± 1,2	1,6± 3,2	0	14,4± 13,4	19,6 ± 17,5	0	0
		1.7.	16,2±16,6	0,6± 1,4	15,4±13,8	1,4± 3,2	70,2± 40,4	84,6 ± 48	0	2 ± 4,6 / 2,3
		5.7.	49,2±28,8	2,8± 5,2	17,4±16	27,2± 38,8	289,2±106	384 ±138,4	0	4 ± 5,1 / 1
		11.7.	27,3±12,2	13,2±14,3	8,9± 6,0	52,6± 42,9	237,3±107,8	339,4±154,4	0	20 ±13,5 / 5,6
		18.7.	1,7± 2,0	2,1± 1,2	0,9± 1,3	10,5± 5,4	30 ± 12,8	44,9± 18,5	1,7 ±2,1	n.d.
	M. dirhodum	7.6.	0,7± 0,8	0,4± 0,5	0,2	0	2,4± 2,4	3,67± 2,57	0	0
		16.6.	6,2± 3,0	12,3± 6,0	3,2± 3,0	0,1	56,1± 20,9	77,8± 27	0	0
		23.6	54,6±28,8	22,6±17,2	37,2±18,6	0,3	374,6±139,0	490 ±184	0	0
		1.7.	164,6±76,8	26,4±14,8	36 ±22,2	107 ± 45,2	804 ±157	1138 ±400	1,2 ±2,6	25,5 ±24 / 2,2
		5.7.	198,8±68,8	62 ±25,2	63,2±46	376 ±148	1768 ±596	2469 ±792	3 ±6,2	95,4 ±57,2 / 3,7
		11.7.	27,7±21,0	9,2± 4,1	13,5±11,6	70,8± 54,3	226,1±102,0	347,3±170,3	4 ±6,1	170,3 ±78,6 / 32,9
		18.7.	1,4± 1,0	0,7± 0,6	0,4± 0,8	1 ± 0,8	11,5± 10,3	15,5± 13,1	0,8 ±1,2	n.d.
	R. padi	7.6.	0,2	0	0	0	0,2	0,33	0	0
		16.6.	0,3± 0,6	3,0± 2,7	0,5± 0,9	0	3,9± 4,1	7,7± 7,4	0	0
		23.6.	5,2± 3,2	1,2± 2,0	4,6± 2,8	0	19,6± 10,2	30,0± 13,6	0	0
		1.7.	8 ± 9,8	7 ± 9,4	3,3± 5,5	0	117,2±109,0	138,8±130,0	0	0,3 / 0,2
		5.7.	24 ±14,8	5,6± 6,4	5,6± 6,8	20,4± 12,8	208,4±125,6	264 ±139,2	0	1 / 0,4
		11.7.	4,7± 3,8	2,3± 4,4	2,6± 4,6	17,4± 13,2	72,3± 38	97,1± 45,3	0	8,2 ± 8,1 / 7,7
		18.7.	1,9± 1,6	0,3± 4,7	1,9± 2,3	6,2± 4,5	16 ± 9,7	26,8± 15,1	0,3	n.d.

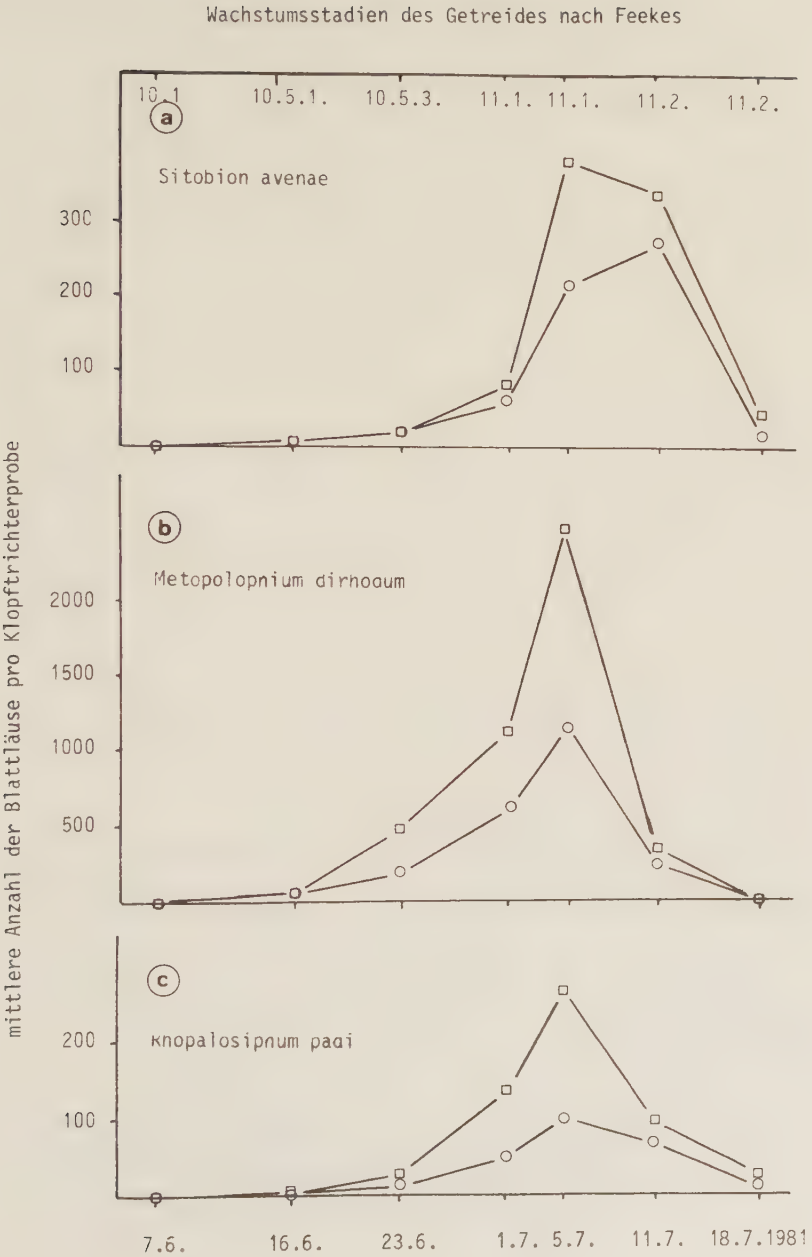

Wachstumsstadien des Getreides nach Feekes
10.1
10.5.1.
10.5.3.
11.1.
11.1.
11.2.
11.2.
a
Sitobion avenae
300
200
100
b
Metopolophium dirhodum
2000
1500
1000
500
c
Rhopalosiphum padi
200
100
mittlere Anzahl der Blattläuse pro Klopftrichterprobe
7.6.
16.6.
23.6.
1.7.
5.7.
11.7.
18.7.1981

Abb. 13, Abb. 14 und Tab. 7 geben die mit der Klopftrichtermethode ermittelten Fangzahlen für die alaten Morphen von M. dirhodum und R. padi auf den beiden Vergleichsparzellen wieder. Danach wurden ab dem 16.6. auf der Parzelle H für beide Arten (nach dem U-Test teilweise signifikant, $p = 0,05$) mehr alate Adulte registriert als auf der Parzelle R. Die alaten L_4-Larven von beiden Arten traten auf beiden Parzellen in größerer Zahl erst ab dem 1.7. auf, sodaß die vorher gefangenen alaten Adulten als Immigrantes das Feld von außen her besiedelt haben müssen.

Die Fangzahlen für die alaten Adulten von S. avenae (siehe Abb. 15) geben im Verlauf der Saison auf den beiden Parzellen im Vergleich ein uneinheitliches Bild wieder. Zunächst konnten bis zum 23.6. keine Unterschiede festgestellt werden, dann wurden am 1.7. und 5.7. wesentlich mehr alate Adulte auf der Parzelle R registriert; dies waren zumindest am 1.7. noch Immigrantes, denn alate L_4-Larven traten erst später in größeren Zahlen auf. Am 11.7. und 18.7. war die Situation umgekehrt, es wurden auf der Parzelle H mehr alate Adulte gefangen als auf der Parzelle R. Diese alaten Adulten sind als prospektive Emmigrantes zu betrachten, weil an denselben Terminen sehr viele alate L_4-Larven gefangen wurden, die auch auf der Parzelle H häufiger waren als auf Parzelle R.

Durch Bestimmung der Biomasse der Blattläuse als Maß für ihre Populationsdichte (nach Methode 4.2.1.2.1.1.) auf dem Nachbarfeld zu den Parzellen H und R konnte ausgeschlossen werden, daß für die unterschiedliche Populationsdichte der Blattläuse auf den Parzellen H und R andere Effekte als die

---

Abb. 12: Populationsdynamik der Getreideblattläuse 1981 nach Klopftrichterfängen (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen)
□——□ Winterweizenparzelle (H) ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle (R) mit Rotklee als Untersaat

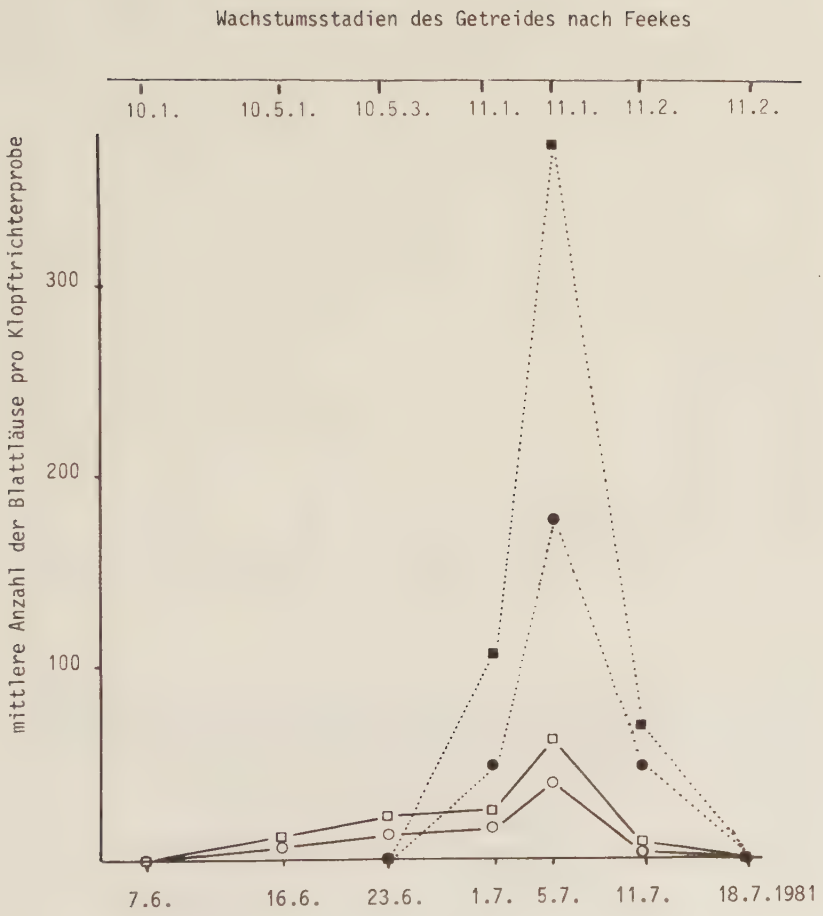


Abb. 13: Häufigkeit der geflügelten Morphen von Metopolophium dirhodum nach Klopftrichterfängen 1981 (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen).
□—□ Adulte, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○—○ Adulte, Winterweizenparezlle mit Rotklee als Untersaat
■···■ L_4-Larven, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
●···● L_4-Larven, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

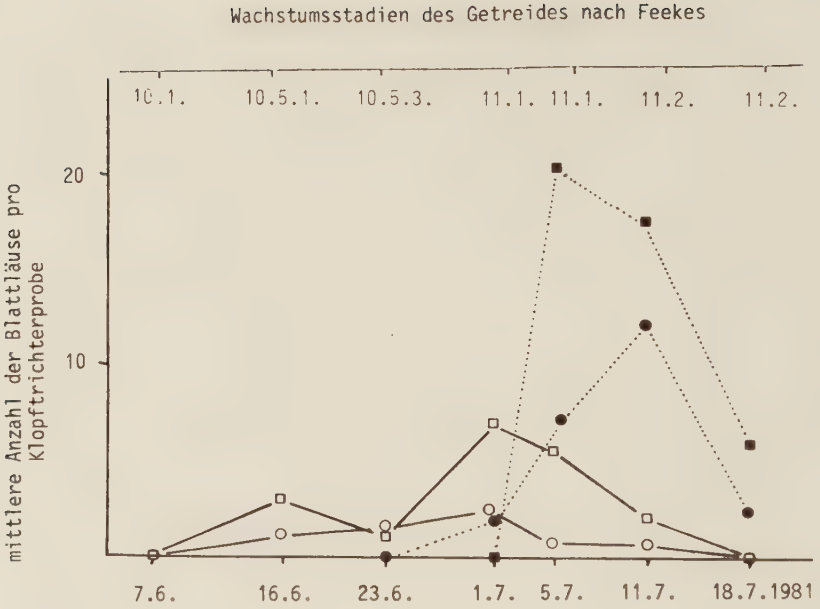


Abb. 14: Häufigkeit der geflügelten Morphen von Rhopalosiphum padi nach Klopftrichterfängen 1981 (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen).
□——□ Adulte, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Adulte, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
■···■ L_4-Larven, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
●···● L_4-Larven, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

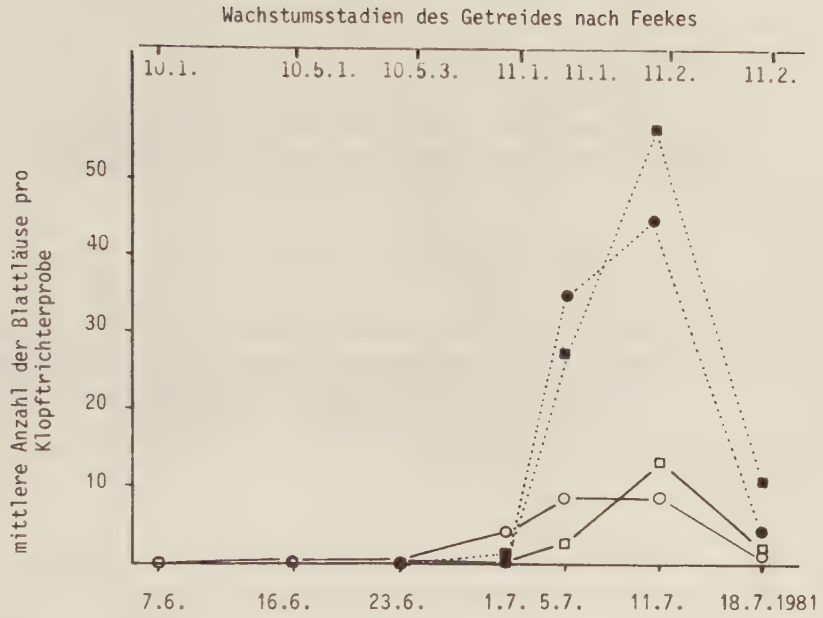


Abb. 15: Häufigkeit der geflügelten Morphen von Sitobion avenae nach Klopftrichterfängen 1981 (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen).
□——□ Adulte, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Adulte, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat
■···■ L_4-Larven, Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
●···● L_4-Larven, Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

zu untersuchenden Versuchsparameter maßgebend verantwortlich sind; wie Abb. 16 zeigt, wurde an den Meßpunkten, die in Nachbarschaft zu Parzelle R lagen, sogar eine etwas größere Populationsdichte der Blattläuse festgestellt als an den Meßpunkten, die der Parzelle H zuzuordnen sind.

Abb. 16: Biomasse (Frischgewicht) der Blattläuse auf Winterweizen nach Klopftrichterfängen vom 9.7.1981. Die Proben-Entnahmestellen lagen einige Meter außerhalb zweier Versuchsparzellen, vgl. Abb. 10.
H: Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
R: Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

4.3.1.2. Die Parasiten

Wie Tab. 6 und 7 zu entnehmen ist, spielten die Parasiten auch im Untersuchungsjahr 1981 eine untergeordnete Rolle. Nur am Ende der Saison wurde S. avenae, die zu diesem Zeitpunkt als einzige Art noch in größeren Zahlen die Getreidepflanzen besiedelte, in nennenswertem Umfang parasitiert. Dies kann aber keinen bedeutenden Einfluß auf den Populationsverlauf von S. avenae gehabt haben.

4.3.1.3. Die insektenpathogenen Pilze

Alle drei Blattlausarten wurden zum Ende der Saison hin von insektenpathogenen Pilzen befallen. Die Infektionen wurden hauptsächlich von Entomophthora aphidis (Hoffmann) und zu einem kleinen Teil von Enthomophthora thaxteriana (Petch) verursacht, wie Herr Dr. G. Zimmermann von der Biologischen

Bundesanstalt Darmstadt dankenswerterweise bestimmte. Entomophthora aphidis bildet nach Infektion der Blattläuse Rhizoide mit Haftscheiben aus, wodurch die Blattläuse an ihre pflanzliche Unterlage fixiert werden. Deshalb lassen sie sich schlecht, oft auch nur in Fragmenten, in den Klopftrichter abschütteln. Im folgenden wird deshalb nur auf die Ergebnisse nach der visuellen Kontrolle eingegangen (Tab. 6). Hiernach wurde M. dirhodum am stärksten befallen. Wie Abb. 17 zeigt, war ein Unterschied zwischen den beiden Parzellen nicht vorhanden. S. avenae und R. padi wurden weniger stark von Pilzen befallen; für beide Arten wurde eine höhere Infektionsrate auf der Parzelle H festgestellt, die aber statistisch nicht abgesichert ist.

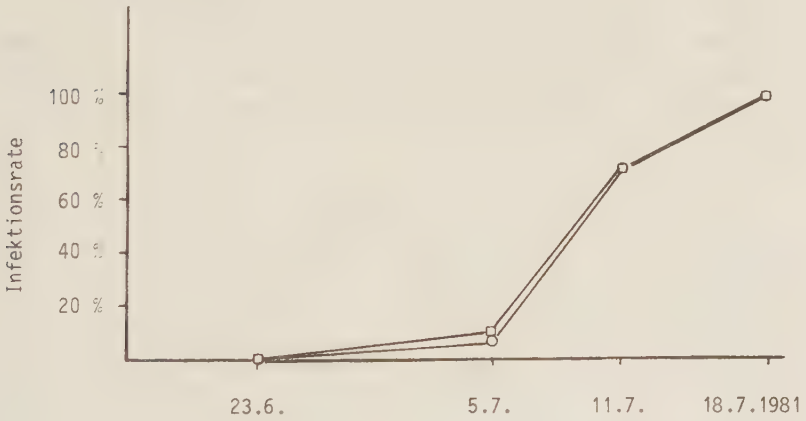


Abb. 17: Infektionsrate von Metopolophium dirhodum mit Entomophthora spec. im Jahre 1981 nach visueller Kontrolle im Feld
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

4.3.1.4. Die spezifischen Prädatoren

Als spezifische Prädatoren wurden dieselben Arten gefunden wie im Vorjahr. Tab. 8 und Tab. 9 geben die Fangzahlen für die drei registrierten aphidophagen Insektenfamilien wieder entsprechend der visuellen Kontrolle und den Klopftrichterfängen. Die Individuenzahl nach der visuellen Kontrolle war wie im Vorjahr so gering, daß danach für den Populationsverlauf der spezifischen Prädatoren auf den beiden Parzellen keine vergleichenden Aussagen gemacht werden können.

Abb. 18 zeigt die Populationsdynamik der Syrphiden nach den Klopftrichterfängen. Die ersten Syrphidenlarven wurden am 1.7. nur auf Parzelle H gefangen, an den folgenden Untersuchungsterminen differierte aber die Populationsdichte der Syrphiden auf den beiden Parzellen nur unbedeutend, sie können somit auch im Untersuchungsjahr 1981 nicht für den unterschiedlichen Populationsverlauf der Blattläuse auf den beiden Vergleichsparzellen verantwortlich gemacht werden.

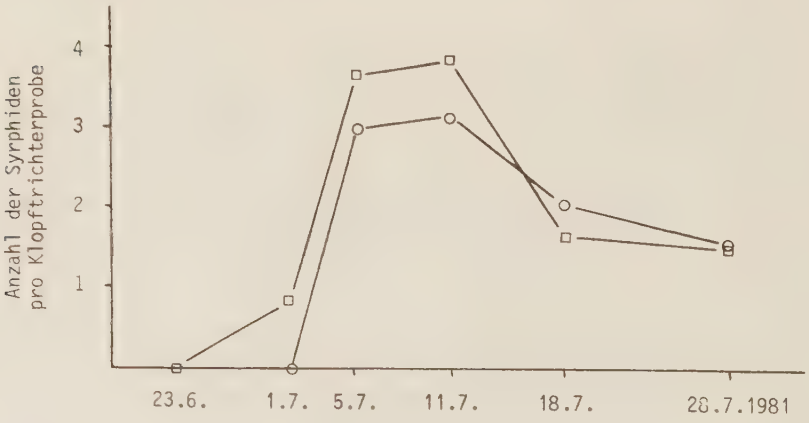


Abb. 18: Populationsdynamik der Syrphiden (Larven und Puppen zusammengenommen) 1981 nach Klopftrichterfängen (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen).
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

Tabelle 8: Gesamtanzahl der visuell im Feld registrierten Blattlaus-spezifischen Prädatoren aus Winterweizenparzellen mit Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs, 1981. n = Anzahl der bonitierten Halme

Datum	Parzelle mit Rotklee								Parzelle ohne Unterbewuchs							
	Syrphiden			Coccinelliden		Chrysopiden			Syrphiden			Coccinelliden		Chrysopiden		
	Ei	Larve	Puppe	Larve	Adult	Ei	Larve	n	Ei	Larve	Puppe	Larve	Adult	Ei	Larve	n
7.6.	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100
16.6.	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	1	-	100
23.6.	-	1	-	-	-	-	-	60	1	-	-	-	-	-	-	60
5.7.	1	-	-	-	-	-	-	40	4	5	-	1	-	-	-	40
11.7.	-	1	-	-	-	-	-	40	1	4	1	-	-	-	-	40
18.7.	-	1	-	-	-	-	-	60		1	-	-	1	-	-	60
		4		0		0				17		2		1		
		4								20						

Tabelle 9: Gesamtanzahl der in 12 Klopftrichterproben gefangenen Blattlaus-spezifischen Prädatoren auf Winterweizenparzellen mit Rotklee als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs 1981 (extrapoliert auf eine Klopftrichterprobe von 340 Halmen)

Datum	Parzelle mit Rotklee					Parzelle ohne Unterbewuchs				
	Syrphiden		Coccinelliden		Chrysop.	Syrphiden		Coccinelliden		Chrysop.
	Larven	Puppen	Larven	Adulte	Larven	Larven	Puppen	Larven	Adulte	Larven
7.6.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.6.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
23.6.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
1.7.	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
5.7.	36	-	-	4	4	44	-	-	8	4
11.7.	38	-	-	-	1	44	2	3	1	3
18.7.	19	6	4	12	11	10	10	12	9	7
28.7.	10	9	6	14	1	8	10	7	26	6
Summe	103	15	10	30	18	116	22	22	44	22
		118		40	18		138		66	22
				176					226	

Die Coccinelliden, nur vertreten durch Propylea quatuordecimpunctata, traten 1981 häufiger auf als in den beiden Vorjahren, ihr Vorkommen ist in Abb. 19 dargestellt. Sie besiedelten erst spät in der Saison die Versuchsparzellen und waren dann auf Parzelle H etwa doppelt so häufig wie auf Prazelle R.

Chrysopa carnea wurde mit insgesamt geringer Individuenzahl auf der Parzelle H häufiger gefunden als auf der Parzelle R.

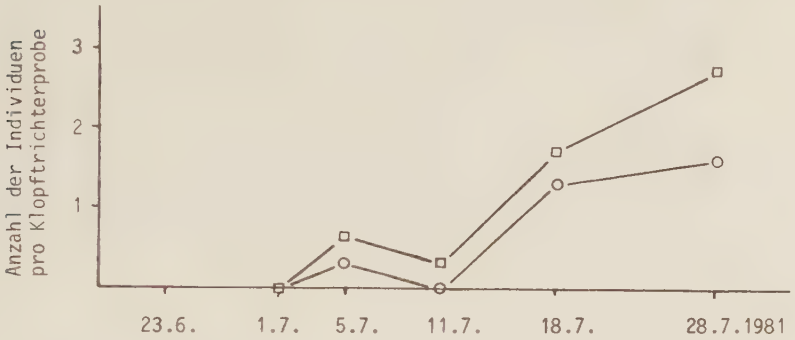


Abb. 19: Populationsdynamik des Coccinelliden Propylea 14-punctata (Larven und Puppen zusammengenommen) 1981 nach Klopftrichterfängen (extrapoliert auf Klopftrichterproben von 340 Halmen)
□—□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
o—o Winterweizenparezelle mit Rotklee als Untersaat

4.3.1.5. Die Bodenarthropoden

Mit Hilfe von Bodenfallen wurden unter Einbeziehung der Collembolen dieselben Arthropodengruppen registriert wie im Vorjahr.

Abb. 20 und Tab. 10 zeigen, daß die Populationsdichte der Carabiden im Untersuchungsjahr 1981 im Gegensatz zu den Ergebnissen des Vorjahres auf den beiden Versuchsparzellen

Tabelle 10: Carabidenfänge (1981) von je 21 Baber-Bodenfallen auf Winterweizenparzellen mit Rotklee (R) als Untersaat bzw. ohne Unterbewuchs (H)

		Agonum dorsale Pontoppidan	Pterostichus melanarius Illiger	Pseudophonus pubescens Müll	Bembidion lampros Herbst	Trechus quadristriatus Schrank	Loricera pilicornis Fabricius	Carabus auratus Linnaeus	Synuchus nivalis Panzer	Asaphidion flavipes Linnaeus	Harpalus aeneus Fabricius	Bembidion obtusum Serville	Amara ovata Fabricius	Carabus granulatus Linnaeus	Poecilus cupreus Linnaeus	Nebria iberica Oliveira	Notiophilus pussilus Waterhouse	Badister sodalis Duftschmid	Trechus splendeus Gemm.	Stomis pumicatus Panzer	Pterostichus vernalis Panzer	Demetrias atricapillus Panzer	Notiophilus biguttatus Fabricius	Summe
28.5.	R	143		1	18	1		11		1		1				3	1			1	1			182
	H	140		12	44	7	3	2		4		5		1	1	1		2						222
7.6.	R	32	4	56	8	18	12	2	7												1			140
	H	19	11	7	5	29	11	3	2															87
16.6.	R	49	16	3	10	13		5	8	2	5		1		2	1								115
	H	71	42	7	9	15	1	1	5	3	2				1		1	1						159
23.6.	R	20	5	2		9	2	1	1															40
	H	7	6			6				3														22
5.7.	R	24	28	4	2		3	3		3	3	1	2	2	1		1		1					78
	H	33	16	3	5		2	4	1	3	2		1	1					1			1		73
11.7.	R	4	8	6	1		5	2			4													30
	H	19	9	9	3	2	5	2	1	3	1			1										55
18.7.	R	14	5	4	4		11	1	2				1											42
	H	8	7	5		2	9	2		1	1													35
24.7.	R	19		11	1	3	15	1			2	1	1										1	55
	H	12	6	1		3	7		1															30
Summe	R	305	66	87	44	44	48	26	18	6	14	3	5	2	3	4	2		1	2	1		1	682
	H	309	97	44	66	64	38	14	10	17	6	5	1	3	2	1	1	3	1			1		683
Summe		614	163	131	110	108	86	40	28	23	20	8	6	5	5	5	3	3	2	2	1	1	1	1365

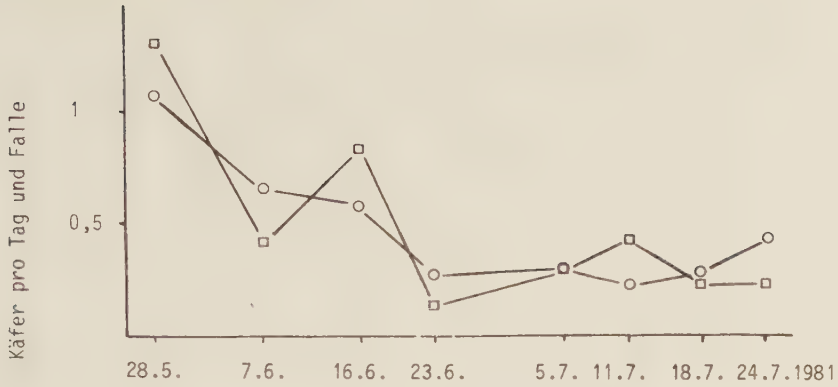


Abb. 20: Anzahl der 1981 in zwei Versuchsparzellen gefangenen Carabiden.
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

nicht differierte. Aus Abb. 21, die das Verteilungsprofil der fünf häufigsten Carabidenarten über die beiden aneinandergrenzenden Versuchsparzellen wiedergibt, ist ersichtlich, daß Agonum dorsale auf beiden Parzellen etwa gleich häufig vorkam (Abb. 21a), Pterostichus melanarius an den tiefer liegenden Feldrändern häufiger war (Abb. 21b), Bembidion lampros auf der Bergkuppe an der Grenze der beiden Parzellen am häufigsten gefangen wurde (Abb. 21c), Trechus quadristriatus eine leichte Präferenz für die Parzelle H hatte (Abb. 21d) und Pseudophonus pubescens, ein Carabide, der im Gegensatz zu den vier vorgenannten nicht als aphidophag beschrieben ist, häufiger in der Parzelle R auftrat (Abb. 21e).

Die Staphyliniden (Abb. 22) kamen während der ganzen Saison auf beiden Parzellen etwa gleich häufig vor und waren, wie das Verteilungsprofil (Abb. 23) zeigt, auch innerhalb der Parzellen gleichmäßig verteilt.

Auch die Araneen (Abb.24) waren an allen Untersuchungster-

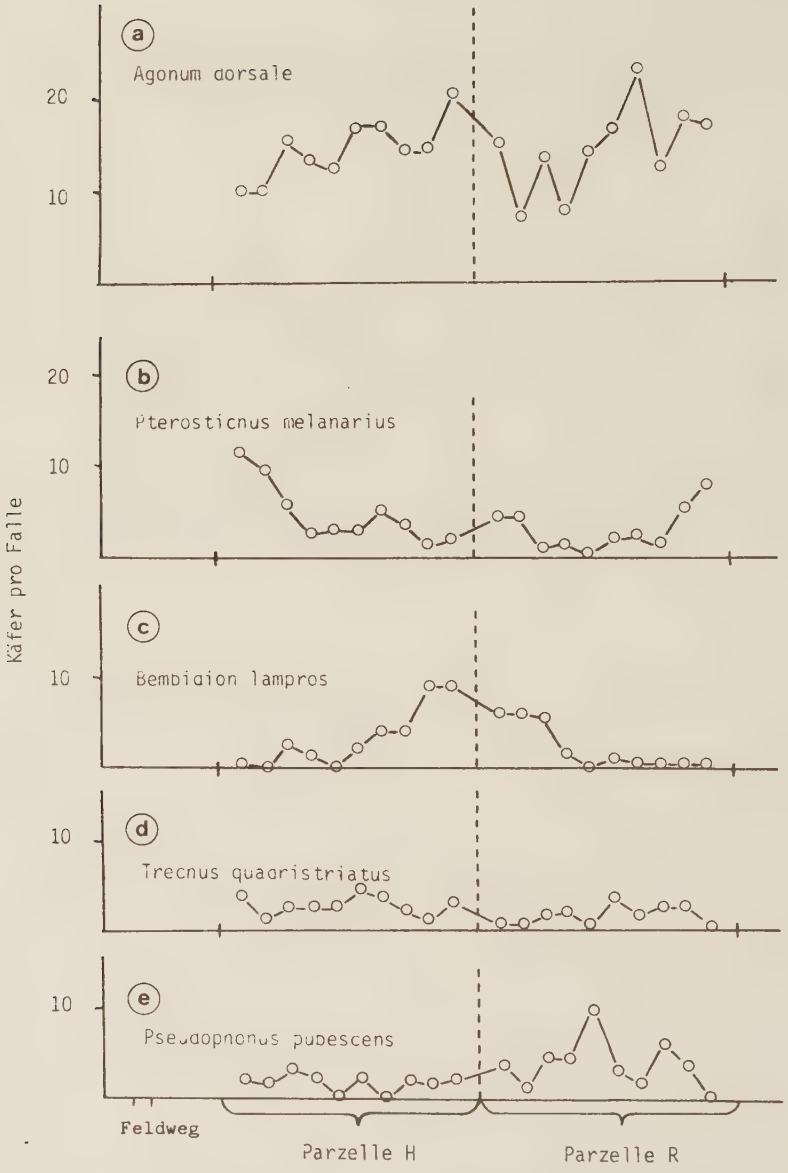


Abb. 21: Verteilungsprofil von fünf Carabidenarten über zwei aneinandergrenzende Versuchsparzellen im Winterweizen nach Fängen vom 20.5. bis 24.7.1981
Parzelle H: ohne Unterbewuchs
Parzelle R: mit Rotklee als Untersaat

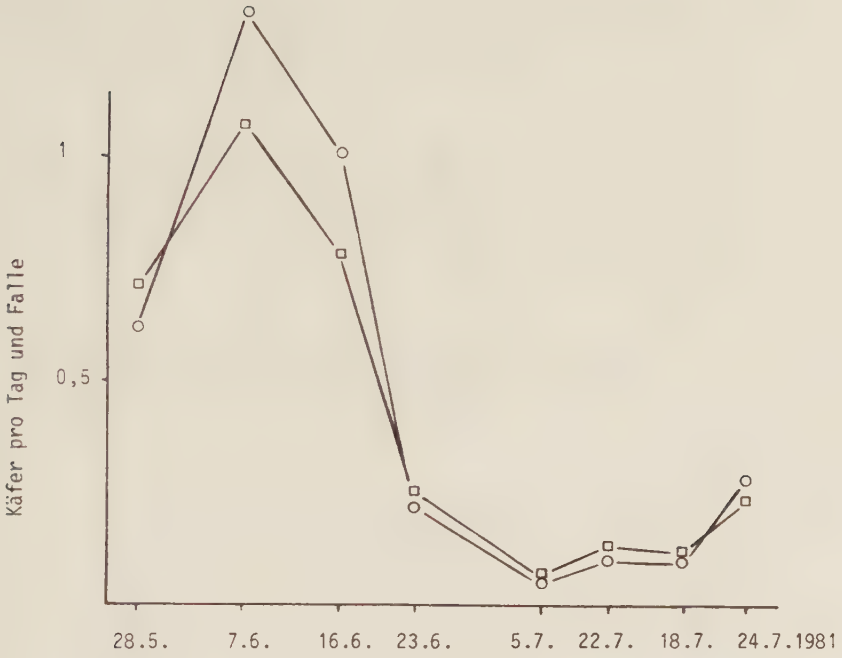


Abb. 22: Anzahl der 1981 in zwei Versuchsparzellen gefangenen Staphyliniden
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

Abb. 23: Verteilungsprofil der Staphyliniden über zwei aneinandergrenzende Versuchsparzellen im Winterweizen nach Fängen vom 20.5. bis 24.7.1981
Parzelle H: ohne Unterbewuchs
Parzelle R: mit Rotklee als Untersaat

Abb. 24: Anzahl der 1981 in zwei Versuchsparzellen gefangenen Spinnen
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
o——o Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

Käfer pro Falle
50
40
30
20
10
Feldweg
Parzelle H
Parzelle R

Abb. 23

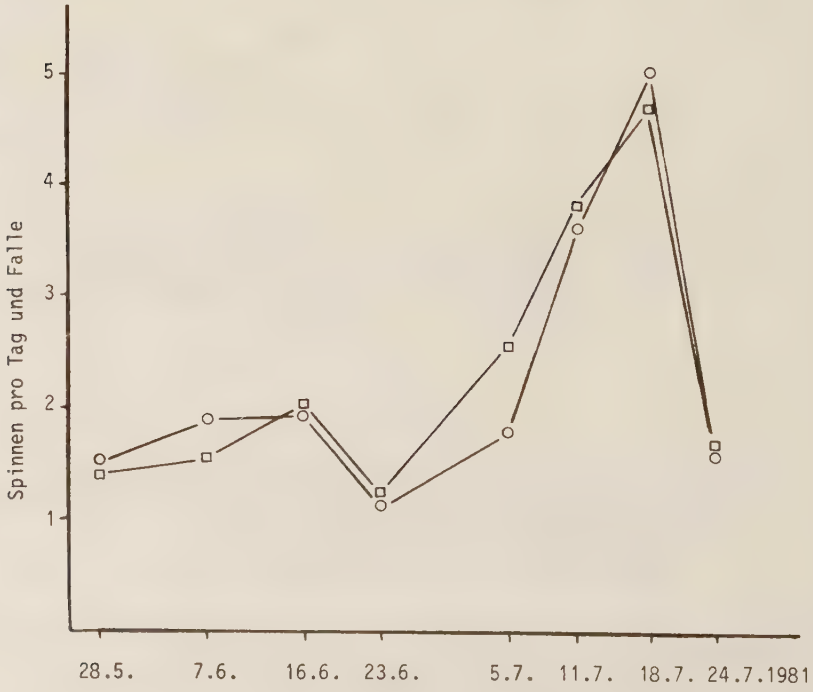

Spinnen pro Tag und Falle
5
4
3
2
1
28.5.
7.6.
16.6.
23.6.
5.7.
11.7.
18.7.
24.7.1981

Abb. 24

minen auf beiden Parzellen gleich häufig; das Verteilungsprofil (Abb. 25) zeigt, daß ihre Aktivitätsdichte zu den tieferliegenden Feldrändern hin abnahm.

Abb. 25: Verteilungsprofil der Spinnen über zwei aneinandergrenzende Versuchsparzellen im Winterweizen nach Fängen vom 20.5. bis 24.7.1981
Parzelle H: ohne Unterbewuchs
Parzelle R: mit Rotklee als Untersaat

Im Gegensatz zu den vorgenannten Arthropodengruppen waren die Collembolen besonders am Ende der Saison auf der Parzelle R etwa doppelt so häufig wie auf der Parzelle H (Abb. 26). Das Verteilungsprofil (Abb. 27) zeigt, daß sie sich in der Mitte der Parzelle R konzentrierten.

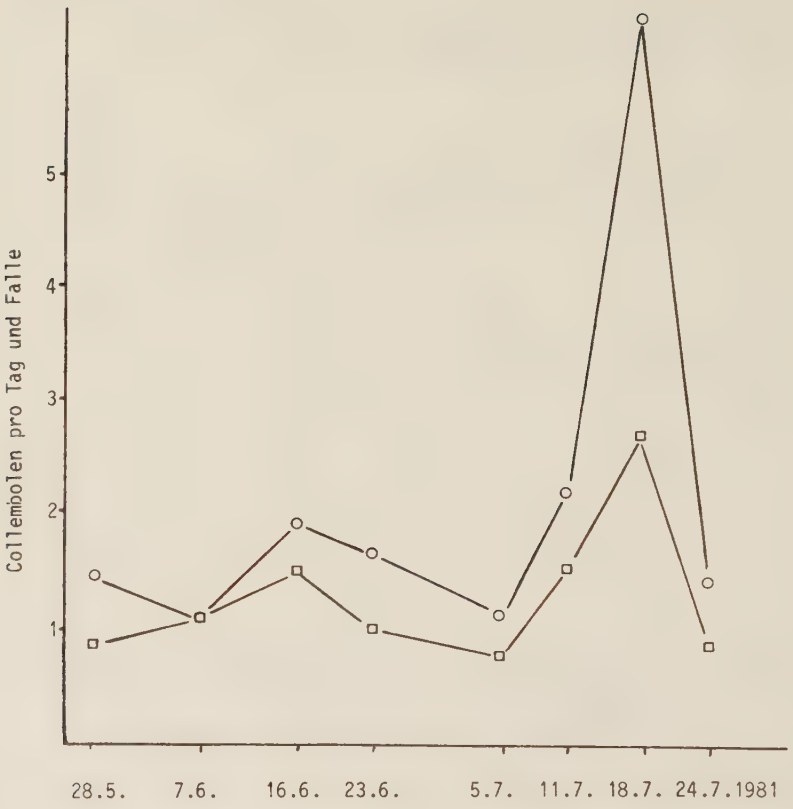


Abb. 26: Anzahl der 1981 in zwei Versuchsparzellen gefangenen Collembolen (Mittelwerte)
□——□ Winterweizenparzelle ohne Unterbewuchs
○——○ Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat

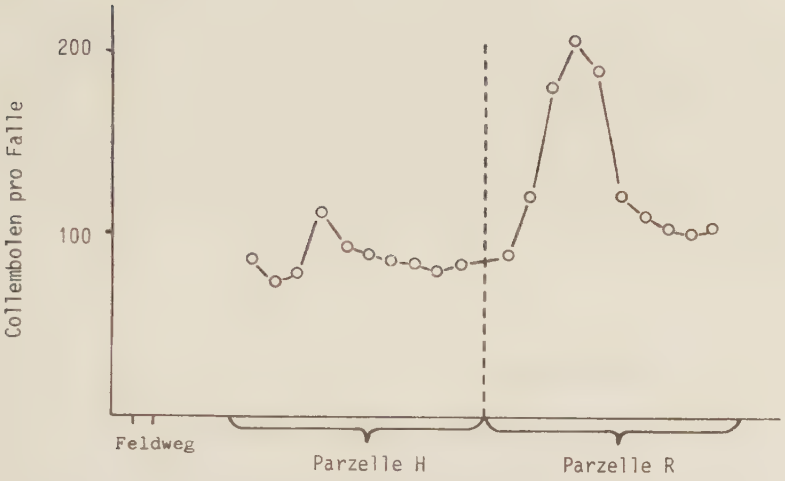


Abb. 27: Verteilungsprofil der Collembolen über zwei aneinandergrenzende Versuchsparzellen im Winterweizen nach Fängen vom 20.5. bis 24.7.1981.
Parzelle H: ohne Unterbewuchs
Parzelle R: mit Rotklee als Untersaat

4.3.1.6. Der Unterbewuchs

Der Unterbewuchs wurde entsprechend 3.2.2.1. bonitiert. Nach der Abundanz geordnet wurden folgende Unkräuter gefunden:

Polygonum convolvulus L.
Sonchus asper L.
Capsella bursa pastoris L.
Chenopodium polyspermum L.
Myosotis arvensis L.
Polygonum aviculare L.
Sonchus arvensis L.
Galium aparine L.
Urtica urens L.
Tussilago farfara L.
Chenopodium album L.

Convolvulus arvensis L.
Viola arvensis Murr.
einige Ungräser

Der Unterbewuchs bestand in Parzelle H aus 9 Unkräutern, in Parzelle R aus 13 Unkräutern und 252 Rotkleepflanzen pro m^2.

4.3.1.7. Die Erträge

Die Erträge auf den beiden Vergleichsparzellen waren praktisch identisch. Der Flächenertrag auf Parzelle R und Parzelle H betrug 43,31 dt/ha bzw. 45,8 dt/ha und das Tausendkorngewicht 44,5 g bzw. 45,82 g.

4.3.2. Der Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse

Um den Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse zu quantifizieren, wurde, wie unter 4.2.2.1. beschrieben, der Carabidenbestand in verschiedenen Versuchsparzellen manipuliert und mit den entsprechenden Populationsdichten der Blattläuse in Beziehung gesetzt. Abb. 28 zeigt, daß mit der gewählten Methode (4.2.2.1.) die Populationsdichte der Carabiden in den Parzellen A_1 und B_1 im Vergleich zur Carabidendichte im umliegenden Feld effektiv gesenkt werden konnte.

Wie die Abb. 29a und b für den Versuch A zeigt, waren die Populationsmaxima von M. dirhodum und S. avenae in der an Carabiden verarmten Parzelle A_1 am größten und in der mit Carabiden angereicherten Parzelle A_2 am kleinsten. Dieser Unterschied war für M. dirhodum statistisch signifikant ($p = 0,01$). Für die Populationen von R. padi in denselben Parzellen (Abb. 29c) konnte eine entsprechend eindeutige

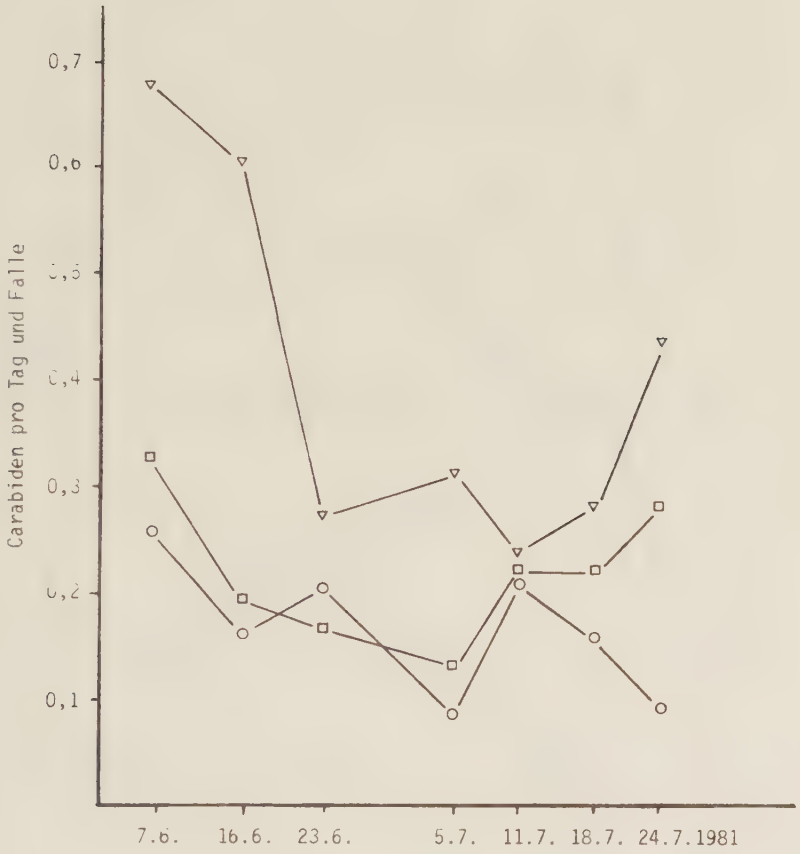


Abb. 28: Fangzahlen für die Carabiden 1981 in zwei an Carabiden verarmten Winterweizenparzellen und im umliegenden Feld als Kontrolle.
□——□ an Carabiden verarmte Parzelle A_1
○——○ an Carabiden verarmte Parzelle B_1
▽——▽ Kontrolle (freies Feld)

Korrelation zwischen Carabidendichte und Blattlausdichte nicht aufgezeigt werden, da die Populationsdichte von R. padi in der Kontrollparzelle A_3 niedriger war als in der an Carabiden verarmten Parzelle A_1.

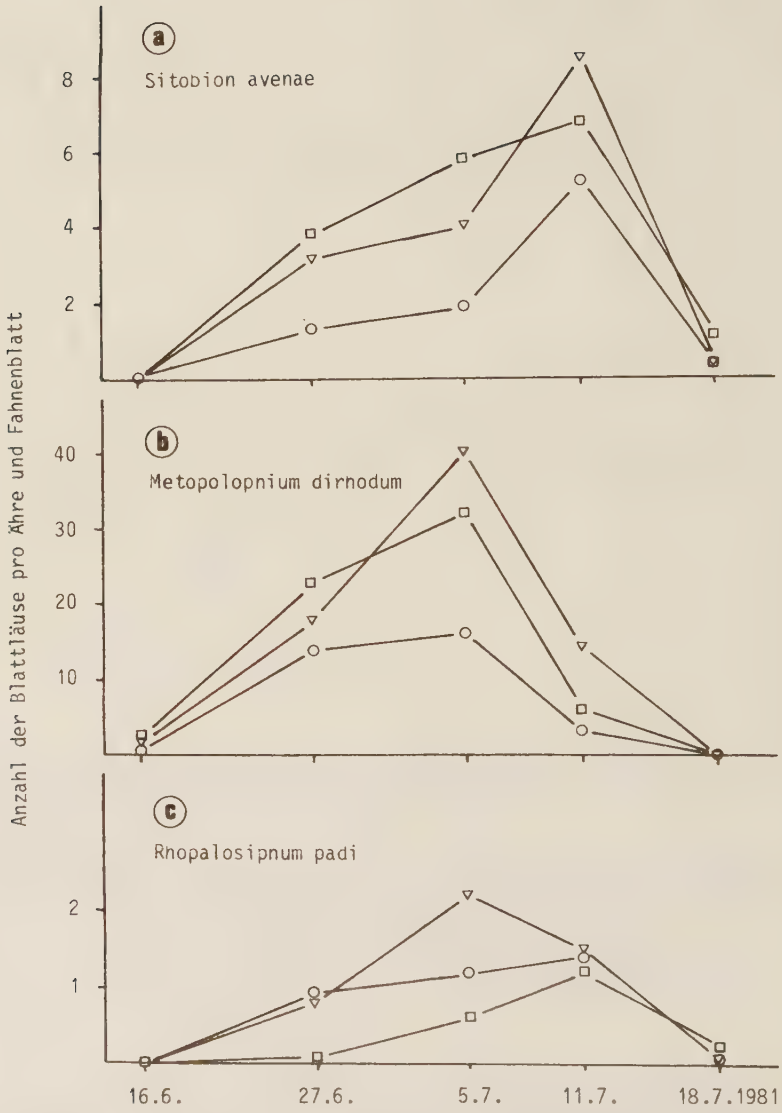


Abb. 29: Populationsdynamik der Getreideblattläuse 1981 nach visueller Kontrolle in drei Versuchsparzellen mit manipulierter Carabidendichte
▽——▽ an Carabiden verarmte Versuchsparzelle (AI)
o——o mit Carabiden angereicherte Versuchsparzelle (AII)
□——□ Kontrolle (AIII)

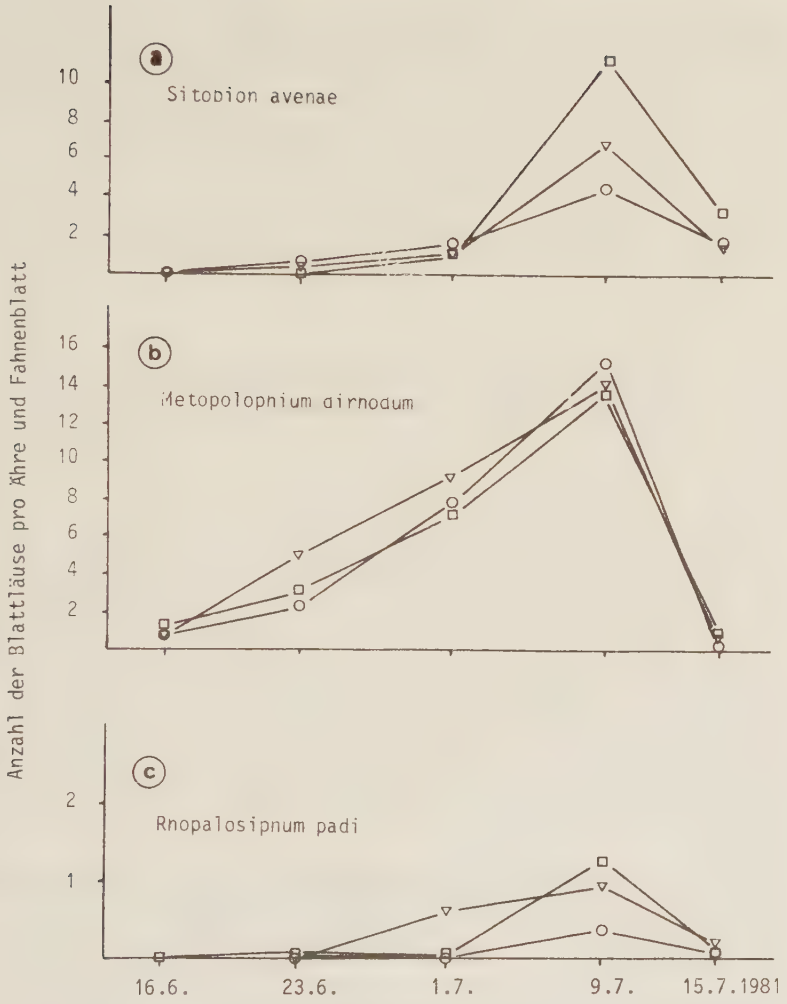


Abb. 30: Populationsdynamik der Getreideblattläuse 1981 nach visueller Kontrolle in drei Versuchsparzellen mit manipulierter Carabidendichte
▽——▽ an Carabiden verarmte Versuchsparzelle (BI)
o——o mit Carabiden angereicherte Versuchsparzelle (BII)
□——□ Kontrolle (BIII)

Die Ergebnisse des Parallelversuchs B (Abb. 30) bestätigen die Ergebnisse des Versuchs A nicht. Die Populationsdichte von M. dirhodum (Abb. 30b) differierte auf den Vergleichsparzellen B_{1-3} kaum; die Populationsmaxima von S. avenae und R. padi waren zwar, wie die Abb. 30a und 30c zeigen, in der mit Carabiden angereicherten Parzelle B_2 am niedrigsten, in der Kontrollparzelle B_3 aber am höchsten.

4.3.3. Die Fallreaktion der Getreideblattläuse und ihre Fähigkeit, die Wirtspflanze wieder zu erklettern

Die Fallreaktion der Getreideblattläuse wurde nach Methode 4.2.3.1. im Zeitraum zwischen dem 9.7. und dem 11.7. untersucht, als die Populationen zumindest von M. dirhodum und R. padi schon im Zusammenbruch waren. In jede Plastikdose, die auf den Boden zwischen die Getreidepflanzen gestellt worden war, fielen im Mittel 136 ± 59 Individuen von M. dirhodum, 33 ± 14 Individuen von S. avenae und 30 ± 15 Individuen von R. padi. Unter Berücksichtigung der Größe der Plastikdosen und der Dichte der Getreidehalme im Feld entspricht dies einem Absturz von 10,9 Individuen von M. dirhodum, 2,7 Individuen von S. avenae und 2,4 Individuen von R. padi pro Halm.

In Tab. 11 ist die Morphen-Zusammensetzung der abgestürzten Blattläuse der Arten M. dirhodum und S. avenae verglichen mit der Morphenzusammensetzung dieser beiden Arten, wie sie am 11.7. visuell und in den Klopftrichterproben jeweils in der Parzelle H registriert wurde. (Für R. padi ist dieser Vergleich nicht sinnvoll, da an diesem Termin die visuell registrierte Individuenzahl zu gering war.) Aus Tab. 11 ist ersichtlich, daß sich die L_4-Larven beider Arten stark überproportional von den Pflanzen fallen lassen, während die jungen Larven fester an ihrer Wirtspflanze sitzen; die alaten Adulten sind in den Plastikschalen am Boden überrepräsentiert.

Tabelle 11: Morphen-Zusammensetzung von S. avenae und M. dirhodum am 11.7.83 auf Winterweizen (Wachstumsstadium 11.1 nach Feekes), vergleichsweise ermittelt durch visuelle Kontrolle, Klopftrichterfänge und Bodenschalen

	S. avenae				M. dirhodum			
	al.Ad.	apt.Ad.	L_4	L_{1-3}	al.Ad.	apt.Ad.	L_4	L_{1-3}
Bodenschalen	6,7%	14,6%	20,4%	53 %	7,3%	5,3%	33,8%	55 %
Klopfproben	3,8%	8 %	18 %	69,8%	2,6%	8 %	24,2%	65,1%
visuelle Kontrolle	2,8%	14 %	7,5%	75 %	2,8%	6,2%	17,2%	73,4%

An 13 Getreidehalmen, die, wie unter 4.2.3.2. beschrieben, am 9.7. von Blattläusen sorgfältig befreit worden waren, wurde am 11.7. der Blattlausbesatz bonitiert. Die Ergebnisse aus Tab. 12 zeigen, daß alle drei Blattlausarten die Pflanzen nach diesen zwei Tagen schon wieder besiedelt hatten, wobei das Vorhandensein von apteren Adulten und L_4-Larven zeigt, daß diese Neubesiedlung auch durch ein Ersteigen der Pflanzen erfolgt sein muß.

Tabelle 12: Wiederbesiedlung von insgesamt 13 Winterweizenhalmen mit Getreideblattläusen am 11.7.1983. 48 Stunden vorher waren alle Blattläuse sorgfältig entfernt worden.

	alate Adulte	aptere Adulte	L_4-Larven	L_{1-3}-Larven
S. avenae	2	3	4	21
M. dirhodum		1	7	13
R. padi		1		8

4.3.4. Vergleich der beiden zur Erfassung der Populationsdichte von Blattläusen auf Winterweizen eingesetzten Methoden

Bei dem im folgenden durchgeführten Methoden-Vergleich wird davon ausgegangen, daß die direkte visuelle Kontrolle im Feld den tatsächlichen Blattlausbesatz der Getreidepflanzen erfaßt. Ein rechnerischer Vergleich der entsprechenden Daten (Tab. 6) mit den Daten der Klopftrichterfänge (Tab. 7) soll Kriterien zur Beantwortung der Frage bieten, inwieweit auch Klopftrichterfänge geeignet sind, die Populationsdichte von Getreideblattläusen zu ermitteln. Da die Klopftrichterfänge nur den Blattlausbesatz von Ähre und Fahnenblatt erfassen, sind im Vergleich auch nur die entsprechenden

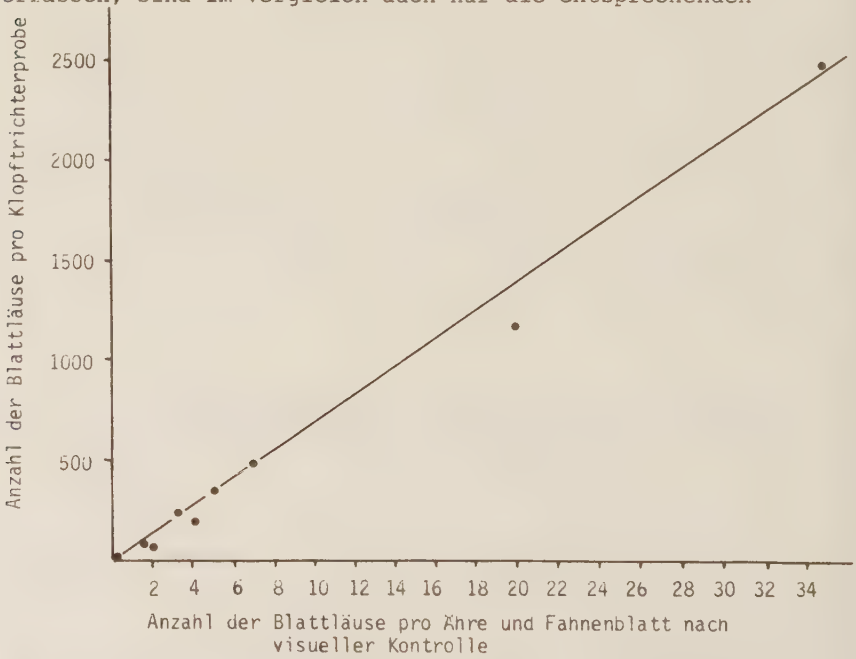


Abb. 31: Metopolophium dirhodum. Relation der durch Klopftrichterproben (extrapoliert auf eine Probe von 340 Halmen) und durch visuelle Kontrolle ermittelten Blattlaus-Besatzdichten auf Ähre und Fahnenblatt von Winterweizen. Korrelationskoeffizient: r = 0,9955

Teilpopulationen der visuellen Kontrolle (Tab. 6, Spalte 9) berücksichtigt. Wie die Abb. 31 bis 33 zeigen, besteht für alle drei Blattlausarten eine lineare Beziehung zwischen der visuell kontrollierten Anzahl der Blattläuse pro Ähre und Fahnenblatt und der Anzahl der Klattläuse pro Klopftrichterprobe. Die Korrelationskoeffizienten waren für M. dirhodum r = 0,9955, für S. avenae r = 0,9897 und für R. padi r = 0,9580.

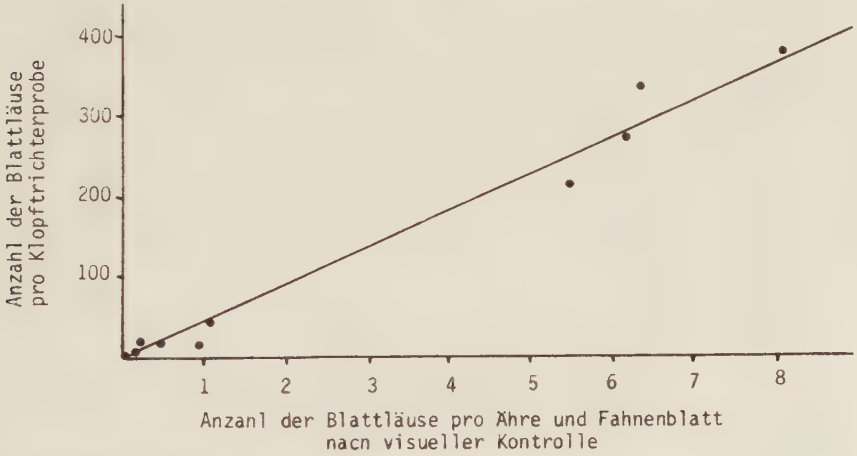


Abb. 32: Sitobion avenae. Relation der mittleren durch Klopftrichterproben (extrapoliert auf eine Probe von 340 Halmen) und durch visuelle Kontrolle ermittelten Blattlaus-Besatzdichten auf Ähre und Fahnenblatt von Winterweizen. Korrelationskoeffizient r = 0,9897.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse nach den beiden Methoden läßt sich die Effizienz der Klopftrichtermethode errechnen, d.h. der prozentuale Anteil der Blattläuse, der beim Schütteln der Halmein den Klopftrichter fällt. In dieser Berechnung wurden die Daten, die sich auf den Beginn des Populationswachstums von S. avenae und R. padi beziehen, nicht miteinbezogen, da sie aufgrund der geringen Populationsdichte und inhomogenen Verteilung der Blattläuse zu diesem Zeitpunkt nicht genau genug sind. Die errechneten Daten sind in Tab. 13 und Abb. 34 wiedergegeben. Sie zei-

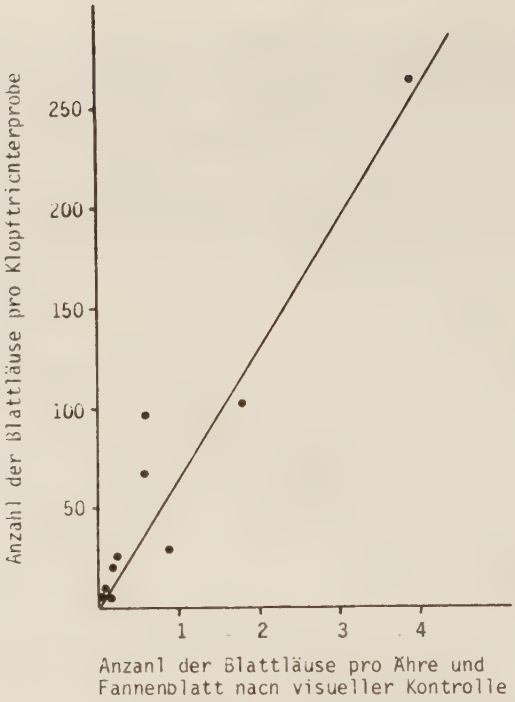


Abb. 33: Rhopalosiphum padi. Relation der durch Klopftrichterproben (extrapoliert auf eine Probe von 340 Halmen) und durch visuelle Kontrolle ermittelten durchschnittlichen Blattlaus-Besatzdichten auf Ähre und Fahnenblatt von Winterweizen. Korrelationskoeffizient r = 0,9580

gen, daß sich R. padi am leichtesten von den Halmen schütteln läßt, gefolgt von M. dirhodum und S. avenae. Während für M. dirhodum und S. avenae der Prozentsatz der mit dem Klopftrichter erfaßten Blattläuse an allen verglichenen Untersuchungsterminen zwischen 5 % und 25 % schwankt, steigt dieser Prozentsatz für R. padi von etwa 20 % bis zu 45 % zum Ende des Populationswachstums hin an.

Tabelle 13: Aus dem Vergleich von visuell und durch Klopftrichterfänge (extrapoliert auf Klopftrichterproben von 340 Halmen) registrierten Getreideblattläusen errechnete Effizienz der Klopftrichtermethode, parallele Durchführung auf zwei Parzellen H und R

	Datum	a) Anzahl der Blattläuse pro Ähre und Fahnenblatt nach visueller Kontrolle		b) Anzahl der Blattläuse pro Klopftrichterprobe		Effizienz: % gefallene Blattläuse ($\frac{b}{a \cdot 340}$)	
		H	R	H	R	H	R
M. dirhodum	16.6.	2,0	1,5	77,8	79	11,4 %	15,4 %
	26.6.	6,5	4,1	490	198	22,2 %	14,2 %
	5.7.	35,3	19,8	2469	1164	20,6 %	17,3 %
	11.7.	5,0	3,3	347,3	244	20,5 %	21,8 %
	18.7.	0,18	0,12	15,5	4,3	25,3 %	10,5 %
S. avenae	5.7.	8,1	5,5	384	217,2	13,9 %	11,6 %
	11.7.	6,4	6,2	339,4	274	15,6 %	13 %
	18.7.	1,1	0,95	45	17,3	12 %	5,3 %
R. padi	5.7.	3,95	1,8	264	103,6	19,7 %	16,9 %
	11.7.	0,63	0,6	97,1	68	45,3 %	33,3 %
	18.7.	0,25	0,067	27	9,4	31,8 %	41 %

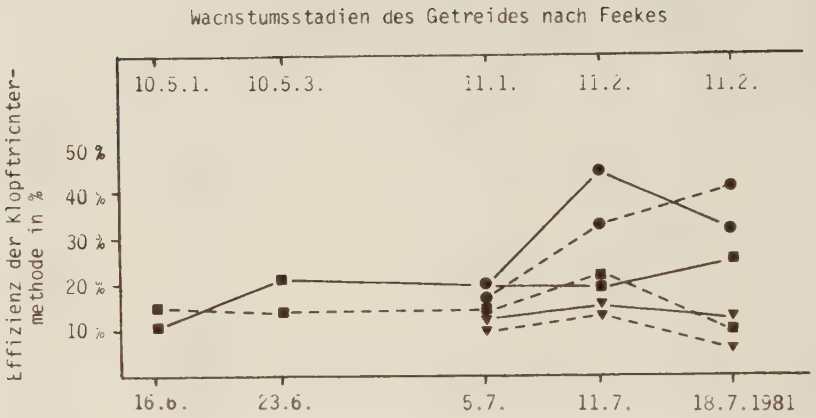


Abb. 34: Effizienz der Klopftrichtermethode in Bezug auf die drei Getreideblattlausarten ● R. padi, ■ M. dirhodum und ▼ S. avenae, untersucht auf zwei Winterweizenparzellen (----- R und ——— H)

Tab. 14 und Abb. 35 zeigen, daß sich die verschiedenen Morphen der drei Blattlausarten mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit in den Klopftrichter fallen lassen. So sind für M. dirhodum die Adulten und die L_4-Larven in den Klopftrichterproben überrepräsentiert; für S. avenae sind nur die L_4-Larven überrepräsentiert, während die L_{1-3}-Larven unterrepräsentiert sind; für R. padi ergibt sich dasselbe Bild wie für S. avenae mit dem Unterschied, daß die L_4-Larven weniger stark überrepräsentiert und die L_{1-3}-Larven weniger stark unterrepräsentiert sind. Die Klopftrichterproben geben also in Bezug auf die Morphenzusammensetzung ein verzerrtes Bild des tatsächlichen Blattlausbesatzes der Getreidepflanzen wieder.

Ein weiteres Kriterium für die Eignung einer Sammelmethode zur Abschätzung der Populationsdichten von Organismen ist

Tabelle 14: Morphenzusammensetzung der Getreideblattläuse nach visueller Kontrolle (V) und nach Klopftrichterproben (K), untersucht auf zwei Winterweizenparzellen R und H

			aptere Adulte	alate Adulte	Larven L_4	Larven L_{1-3}
M. dirhodum	Parzelle R	K	10,8 %	3,8 %	16,7 %	68,7 %
		V	5,6 %	2,6 %	11,3 %	80,6 %
	Parzelle H	K	8,5 %	3,2 %	16,6 %	72,2 %
		V	2,8 %	2,0 %	10,3 %	84,9 %
S. avenae	Parzelle R	K	10,5 %	3,8 %	19,7 %	66,3 %
		V	12,1 %	2,2 %	5,8 %	79,9 %
	Parzelle H	K	10,4 %	2,4 %	15,1 %	72,1 %
		V	11,5 %	2,7 %	7,8 %	77,9 %
R. padi	Parzelle R	K	6,2 %	2,2 %	16,5 %	75,1 %
		V	8,5 %	1,3 %	13,9 %	76,3 %
	Parzelle H	K	8,5 %	2,9 %	13,8 %	74,8 %
		V	10,6 %	1,9 %	9,1 %	78,3 %

die Größe der Standardabweichung. Diese ist, wie ein Vergleich der Werte aus Tab. 6 und Tab. 7 ergibt, für die Klopftrichtermethode wesentlich geringer als für die visuelle Kontrolle.

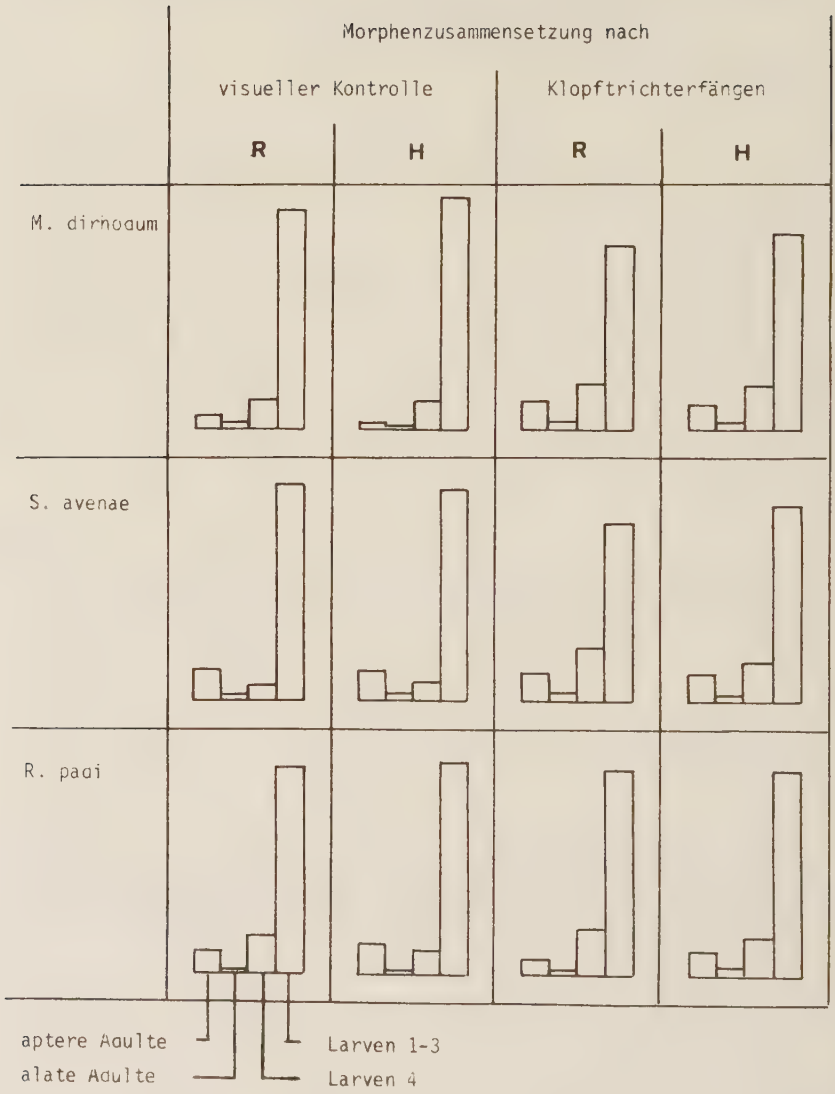


Abb. 35: Morphenzusammensetzung der Getreideblattläuse nach visueller Kontrolle und nach Klopftrichterfängen, untersucht auf zwei Winterweizenparzellen R und H

5. DISKUSSION

5.1. Anwendungsmöglichkeiten des Klopftrichters zur Erfassung der Populationsdichte der Getreideblattläuse

Die Methode zur Erfassung der Populationsdichte der Getreideblattläuse durch Klopftrichterfänge hat gegenüber der direkten visuellen Kontrolle im Feld mehrere Vor- und Nachteile.

Vorteile:
- geringere Standardabweichung der Stichproben vom Mittelwert
- geringer Arbeitsaufwand im Feld

Nachteile:
- ausschließliche Erfassung der Populationen an Ähre und Fahnenblatt
- unterschiedliche Effizienz in Bezug auf Art- und Morphenzugehörigkeit der Blattläuse

Die Vor- und Nachteile einer Untersuchungsmethode müssen abgewogen werden in Bezug auf das Anwendungsziel der Untersuchung. Die Erfassung der Populationsdichte der Getreideblattläuse erfolgt im wesentlichen mit drei Zielsetzungen:
- genaue populationsdynamische Untersuchungen
- Untersuchungen zum Effekt von experimentell unterschiedlich behandelten Feldern auf die Populationsdichte der Getreideblattläuse
- Untersuchungen zur Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle

Für genaue populationsdynamische Untersuchungen der Getreideblattläuse, bei denen auch die Erfassung der Besiedlung der unteren Bereiche der Pflanzen und die genaue Morphenzusammensetzung wichtig ist, ist die Klopftrichtermethode schlecht geeignet, da sie die hierfür notwendigen Daten nicht liefert. Die Populationen von M. dirhodum und R. padi sind während der Saison uneinheitlich über die Getreide-

pflanzen verteilt, sodaß eine Erfassung des Besatzes nur von Ähre und Fahnenblatt nicht repräsentativ ist. Ein Schluß von der Morphenzusammensetzung in den Klopftrichterproben auf die tatsächlichen Verhältnisse an der Pflanze ist mit Hilfe der Daten dieser Arbeit zwar möglich aber ungenau.

Für die Untersuchung der Befallsstärke verschiedener Winterweizenfelder im Vergleich ist die Klopftrichtermethode nach den Ergebnissen dieser Arbeit geeignet, da sich in diesem Fall die nachteiligen, systematischen Fehler der Methode aufheben. Die Getreideblattlauspopulationen können in ihrer Größe innerhalb kurzer Zeit sehr stark schwanken, deshalb muß die Registrierung auf den Vergleichsfeldern am selben Tag erfolgen. Da nun die Probennahme mit dem Klopftrichter sehr viel weniger zeitaufwendig ist als die direkte visuelle Kontrolle, können mit der Klopftrichtermethode wesentlich mehr Felder in Bezug auf den Blattlausbesatz verglichen werden. Ein weiterer Vorteil der Klopftrichtermethode, der bei derartigen Fragestellungen besonders wichtig ist, ist die geringe Standardabweichung vom Mittelwert der Stichproben. So können statistisch abgesicherte Aussagen schon bei geringem Blattlausbefall und relativ geringer Stichprobengröße gemacht werden. Vor allem werden auch die geflügelten Immigrantes in den Klopftrichterproben in ausreichender Anzahl erfaßt, um statistisch abgesicherte Aussagen machen zu können.

Die Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle muß methodisch einfach und zeitsparend sein, damit der Landwirt sie durchführen kann. Aus dem Grund und weil S. avenae als ökonomisch bedeutsamste Art nur den oberen Teil der Getreidepflanzen besiedelt, wird zur Festsetzung der wirtschaftlichen Schadensschwelle nur die visuelle Bonitierung von Ähre und Fahnenblatt empfohlen (Wetzel et al., 1978). Da weiterhin die Anzahl der Blattläuse pro Ähre und Fahnenblatt nach den Ergebnissen dieser Arbeit gut mit der Anzahl der Blattläuse in den Klopftrichterproben korrelieren (Abb. 31-33), sollte eine Standardisierung der Klopftrichterme-

thode zur Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle der Getreideblattläuse möglich sein. Hierbei könnte zur weiteren Arbeitsersparnis auch die Möglichkeit erwogen werden, die wirtschaftliche Schadensschwelle nicht als Anzahl der Blattläuse, sondern als Biomasse der Blattläuse pro Klopftrichterprobe anzugeben.

5.2. Anwendungsmöglichkeiten des Klopftrichters zur Erfassung der Populationsdichte der Blattlaus-spezifischen Prädatoren am Winterweizen

Da die Blattlaus-spezifischen Prädatoren im Vergleich zu ihrer Beute eine sehr geringe Populationsdichte im Feld haben, ist für die Untersuchung ihrer Populationsdynamik die Bonitierung sehr vieler Pflanzen notwendig. Als mögliche Methoden zur Erfassung ihrer Populationsdichte im Getreide werden von Carter et al. (1980) die visuelle Kontrolle von 1 m^2 großen Bodenflächen und den darauf wachsenden Getreidepflanzen und die Probennahme mit einem D-vac Saugnetz angegeben. Während die erstere Methode enorm zeitaufwendig ist, hat letztere den Nachteil, daß die Fangzahlen für die spezifischen Prädatoren nur schwierig mit der Anzahl der Blattläuse pro Halm in Beziehung gesetzt werden können, und daß die Handhabung des Geräts problematisch ist.

Die Probennahme mit einem Klopftrichter ist zeitsparend und technisch einfach. Da die visuelle Bonitierung der Blattlaus-spezifischen Prädatoren in dieser Arbeit statistisch unzureichende Ergebnisse ergab, ist ein mathematischer Vergleich dieser Daten mit den statistisch wesentlich sicheren Resultaten entsprechend den Klopftrichterfängen nicht möglich. Da weiterhin nicht davon ausgegangen werden kann, daß die Blattläuse und ihre spezifischen Prädatoren mit gleicher Effizienz in den Klopftrichterproben erfaßt werden, kann die entsprechend den Klopftrichterfängen ermittelte Anzahl spezifischer Prädatoren nicht in Beziehung gesetzt

werden zur Anzahl der Blattläuse pro Halm. Trotzdem können aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit einige Aussagen gemacht werden über die Vor- und Nachteile der beiden Methoden zur Erfassung der Blattlaus-spezifischen Prädatoren in Bezug auf verschiedene Untersuchungsziele.

Für genaue populationsdynamische Untersuchungen der spezifischen Prädatoren am Winterweizen hat die Klopftrichtermethode neben der größeren statistischen Aussagekraft im Vergleich zur visuellen Kontrolle den Vorteil, daß sie auch die Larvenstadien der Chrysopiden erfaßt. Diese werden bei der visuellen Registrierung im Feld leicht übersehen, da sie sich bei Berührung der Getreidehalme sofort fallen lassen. Die Eier der spezifischen Prädatoren werden aber nachteilhafterweise in den Klopftrichterproben nicht erfaßt, da sie zum einen relativ fest an ihrer pflanzlichen Unterlage fixiert sind, und zum anderen, weil sie bei der Auswertung der Proben nur schwer wiederauffindbar sind. Somit eignet sich die Klopftrichtermethode alleine zur genauen populationsdynamischen Untersuchung von Blattlaus-spezifischen Prädatoren im Getreide nicht; sie kann aber als Ergänzung zur visuellen Direktkontrolle wertvolle Zusatzinformationen liefern.

Für vergleichende Untersuchungen, bei denen nur relative Daten erhoben werden müssen, ist die Klopftrichtermethode zur Erfassung der Blattlaus-spezifischen Prädatoren, wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, sehr geeignet, da die so gewonnenen Daten statistisch gut abzusichern sind.

Bei der Festsetzung der wirtschaftlichen Schadensschwelle der Getreideblattläuse wird heute die Populationsdichte der Blattlaus-spezifischen Prädatoren nicht miteinbezogen, weil ihre Registrierung nach den üblichen Methoden zu aufwendig ist. Da diese Prädatoren in manchen Jahren aber eine bedeutende Dichte im Getreide erreichen können (Rautapää, 1976), wäre ihre Berücksichtigung bei der Prognose von Getreideblattlaus-Kalamitäten wünschenswert. Wenn die Klopftrichtermethode zur Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle

der Getreideblattläuse standardisiert würde, wäre die Miteinbeziehung der spezifischen Prädatoren ohne zusätzlichen Zeitaufwand möglich. Zur adäquaten Einschätzung der Fangzahlen müßten aber noch umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt werden. Nachteilhaft wäre allerdings, daß die Eistadien, die für prognostische Untersuchungen besonders wichtig sind, mit der Klopftrichtermethode nicht erfaßt werden.

5.3. Zum Einfluß von Klee als Untersaat im Winterweizen auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse

Unterschiedliche Populationsdichten von Blattläusen in verschiedenen Feldern sind im wesentlichen auf folgende Ursachen zu beziehen: die Initialbesiedlung, die Reproduktionsrate, die Häufigkeit und Aktivität der Antagonisten und die Abwanderung der Blattläuse.

5.3.1. Die Initialbesiedlung

Die Ergebnisse 1979 und 1981 zeigen übereinstimmend, daß die Populationsdichte von M. dirhodum und R. padi von Anfang der Saison an auf den Parzellen mit Untersaat niedriger war als auf den herbizidbehandelten Vergleichsparzellen (Abb. 3b,c und Abb. 11b,c). Die genauere Analyse der Klopftrichterfänge 1981 erweist, daß die Parzelle mit Untersaat zu Beginn des Populationswachstums weniger stark von geflügelten Virginopares dieser beiden Blattlausarten besiedelt war (Abb. 13, 14). Da die Abundanz der Prädatoren, insbesondere der unspezifischen, zu Saisonbeginn auf den Vergleichsparzellen etwa gleich groß war, ist dieser unterschiedliche Befall nicht auf unterschiedlich starken Prädationsdruck zu dieser Zeit, sondern auf eine unterschiedlich

starke Immigration von geflügelten Blattläusen zurückzuführen. Für dieses Phänomen gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten.

Über das Flug- und Landeverhalten der Blattläuse sind viele Untersuchungen durchgeführt worden. Nach Möricke (1955) ist der Flug der Blattläuse zum Zwecke des Wirtswechsels in mehrere Abschnitte einzuteilen. Zunächst werden Blattläuse nach dem Abflug vom kurzwelligen Licht des Himmels angezogen (Flugstimmung) und gelangen so in höhere Luftschichten, in denen sie dann hauptsächlich passiv transportiert werden. Nach einigen Stunden Flug ändert sich ihr Verhalten, sie werden dann vom langwelligen Licht des Bodens und der Vegetation angezogen (Befallsstimmung) und landen schließlich auf einer Pflanze. Wenn ihnen die Pflanze nach einem Probeeinstich zusagt, siedeln sie sich an und gebären dort ihre Nachkommen (Ansiedlung), wenn nicht, fliegen sie weiter und landen auf der nächsten Pflanze usw. Die Blattläuse können, von Ausnahmen abgesehen, weder visuell noch olfaktorisch zwischen Wirtspflanze und Nichtwirtspflanze unterscheiden; die Wirtsfindung beruht darauf, daß die Blattläuse ihre Wirtspflanzen nach dem Anflug mit geringerer Wahrscheinlichkeit wieder verlassen als Nichtwirtspflanzen (Kennedy et al., 1959). Kennedy und Booth (1964) fanden bei der Untersuchung des Flugverhaltens von Aphis fabae im Windkanal, daß die Wahrscheinlichkeit einer Ansiedlung auf einer Wirtspflanze nach längerem Flug größer ist, wenn diese direkt angeflogen wurde, als wenn kurz vorher eine Nichtwirtspflanze angeflogen worden war. Auf die Situation der Winterweizenfelder mit Klee als Untersaat übertragen, könnte dies bedeuten, daß die Getreideblattläuse, nachdem sie zufällig auf dem Klee als Nichtwirtspflanze gelandet sind, wieder abfliegen, eine zeitlang nicht mehr landegestimmt sind und somit das Getreidefeld mit Untersaat verlassen.

Eine zweite Erklärungsmöglichkeit für den stärkeren Initialbefall der Winterweizen-Pflanzen auf den unterbewuchsfreien Parzellen ergibt sich aus der sog. optomotorischen Reaktion der Blattläuse (Kennedy et al., 1961), wonach diese bevor-

zugt Objekte anfliegen, die sich von ihrer Umgebung optisch abheben. Diese Situation trifft auf Herbizid-behandelte Kulturfelder zu, in denen die Pflanzen im Kontrast zum nackten Boden stehen. Da aber die Untersaaten in den Versuchsparzellen 1979 und 1981 zum Zeitpunkt der Ansiedlung der Blattläuse noch nicht bodenbedeckend waren, kann dieser Effekt nicht alleine für das unterschiedliche Ansiedlungsverhalten der Blattläuse verantwortlich gemacht werden.

Mehrere Autoren berichten über ähnliche Ergebnisse, wie sie hier in Winterweizenfeldern mit Klee als Untersaat gefunden wurden, an sonstigen Kulturpflanzen. Smith (1976a) untersuchte den Unterschied zwischen verunkrautet belassenen Rosenkohlfeldern und unkrautfreien Feldern in Bezug auf die Häufigkeit der phytophagen Insekten am Kohl. Sie fand auf den unkrautfreien Parzellen eine wesentlich größere Kolonisierung mit Brevicoryne brassicae (Aphidae) und in denselben Parzellen auch signifikant mehr geflügelte Blattläuse in Gelbschalen. Dempster und Coaker (1974) und O'Donnell und Coaker (1975) erzielten dieselben Ergebnisse wie Smith (1976a), indem sie den natürlichen Unterbewuchs in Rosenkohlfeldern durch Einsaat von Klee als Untersaat verstärkten. Bedingt vergleichbar sind auch die Untersuchungen von A'Brook (1968, 1973) und Pimentel (1961), die eine Reduzierung des Blattlausbefalls durch eine Vergrößerung der Pflanzendichte erreichten.

Die vorgenannten Untersuchungen wurden alle auf relativ kleinen Versuchsparzellen durchgeführt, bei denen die Unkräuter in den Kontrollparzellen manuell entfernt wurden; die in dieser Arbeit diskutierten Ergebnisse wurden aber unter praxisnahen Bedingungen auf großen Parzellen erzielt, wobei die Kontrollparzellen mit Herbiziden frei von Unkräutern gehalten wurden. Da einige Herbizide auch den Stoffwechsel der Kulturpflanzen zu verändern vermögen (z.B. für 2,4,-D von Oka und Pimentel 1979 aufgezeigt), und andererseits die Wirtswahl der Blattläuse vom physiologischen Zustand der Pflanze abhängt (Kennedy und Booth, 1951 und Klingauf und Salem, 1978), müssen hier auch Effekte der

Herbizide auf die Wirtswahl der Blattläuse in Erwägung gezogen werden.

In den drei Untersuchungsjahren wurden in den Kontrollparzellen verschiedene Herbizid-Präparate appliziert: 1979 Faneron plus (Inhaltsstoffe: Bromfenoxim, Terbuthylazin und Mecopropsalz), 1980 Herbatox (Inhaltsstoffe: Bentazon, Dichlorprop und Isoproturon) und 1981 Basagram plus (Inhaltsstoffe: Bentazon, Dichlorprop und 2,4,5-T). Für keinen dieser Wirkstoffe wurde meines Wissens bisher im Labor oder Freiland untersucht, ob er einen Einfluß auf die Wirtswahl der Blattläuse hat. In der einzigen mir bekannten, entsprechenden Arbeit (Rautapää, 1972), die sich auf andere z.T. chemisch verwandte Herbizide bezieht, konnte kein signifikanter Effekt auf das Ansiedlungsverhalten der Blattläuse aufgezeigt werden. Deshalb und auch weil 1979 und 1981 ähnliche Ergebnisse mit verschiedenen Wirkstoffpräparaten erzielt wurden, erscheint ein größerer Effekt der applizierten Herbizide auf das Ansiedlungsverhalten der Blattläuse in den Untersuchungen dieser Arbeit weniger wahrscheinlich.

Für S. avenae wurde 1979 und 1981 kein größerer Initialbefall auf den Herbizid-behandelten Parzellen festgestellt. Die genauere Analyse der Klopftrichterfänge 1981 zeigte, daß S. avenae eine grundsätzlich andere Präferenz beim Befallsflug hatte als M. dirhodum und R. padi (Abb. 15). Nachdem zu Beginn des Befallsflugs keine Bevorzugung für eine der beiden Parzellen festgestellt werden konnte, siedelten sich die Immigrantes dieser Art später aber deutlich häufiger auf der Winterweizenparzelle mit Rotklee als Untersaat an. Es stellt sich die Frage, ob S. avenae - die Blattlausart, die als letzte die Getreidefelder besiedelt - ein grundsätzlich anderes Verhalten beim Befallsflug hat als M. dirhodum und R. padi oder ob sich die Situation im Feld mit der Zeit veränderte. Ersteres ist nicht auszuschließen, biologisch verständlicher erscheint aber letzteres, daß nämlich der höhere Blattlausbefall, der sich auf den Pflanzen der unterbewuchsfreien Parzelle entwickelt hatte, die relativ spät ankommenden Immigrantes von S. ave-

nae veranlaßte, diese Pflanzen zu meiden. Obwohl keine Arbeiten existieren, die diese Erklärung stützen, halten Carter et al. (1980) in ihrem Review ein derartiges Konkurrenzverhalten der Getreideblattläuse für wahrscheinlich.

5.3.2. Die Reproduktionsrate

Bei populationsdynamischen Freilanduntersuchungen an Blattläusen ist es grundsätzlich schwierig, die Schwankungen ihrer Populationsdichte den einzelnen sie regulierenden Faktoren ursächlich zuzuordnen. Während die Besiedlung und Abwanderung der Blattläuse an der Häufigkeit der geflügelten Morphen gemessen werden kann und der Einfluß der Antagonisten an deren Abundanz, gibt es für die Reproduktionsrate kein sicheres direktes Maß. Somit kann in vergleichenden Untersuchungen nur indirekt auf unterschiedliche Reproduktionsraten der Blattlauspopulationen geschlossen werden, wenn die anderen meßbaren Faktoren für etwaig differierende Populationsverläufe nicht verantwortlich gemacht werden können. Diese indirekten Hinweise sind entsprechend vorsichtig zu interpretieren.

Für M. dirhodum und R. padi sind die unterschiedlich großen Populationsdichten vom Anfang des Populationswachstums an bis zu den Populationsmaxima 1979 und 1981 (Abb. 3b,c und Abb. 11b,c), wie oben diskutiert (5.3.1.), auf eine unterschiedlich starke Initialbesiedlung (Abb. 13 und 14) zurückzuführen. Für die divergierenden Populationsverläufe beider Arten nach Erreichen des Populationsmaximums 1979 (Abb. 3b,c) können, wie unter 5.3.3. diskutiert, die Antagonisten verantwortlich gemacht werden. Somit gibt es für M. dirhodum und R. padi keine Hinweise, die auf eine unterschiedlich große Reproduktionsrate der Populationen in den Vergleichsparzellen schließen lassen.

S. avenae erreichte 1979 und 1981 auf den Herbizid-behandelten Parzellen ein größeres Populationsmaximum als auf den

Parzellen mit Untersaat (Abb. 3a und 11a), obwohl in beiden Jahren kein größerer Initialbefall (Abb. 15) und keine verminderte Dichte der Antagonisten auf der Herbizid-behandelten Parzelle festgestellt werden konnte. Diese Ergebnisse können mit einer größeren Reproduktionsrate von S. avenae auf den Herbizid-behandelten Parzellen erklärt werden.

Die Reproduktionsrate der Blattläuse ist neben vielen abiotischen Faktoren, die hier in den Vergleichsparzellen gleich sind, vom physiologischen Zustand der Wirtspflanze abhängig. Dieser könnte wiederum von den hier untersuchten Versuchsparametern, sowohl dem Vorhandensein der Untersaat als auch der Applikation der Herbizide, beeinflußt sein. Der Klee als Untersaat kann den physiologischen Zustand des Weizens möglicherweise durch Nährsalzkonkurrenz verändern. Von einem derartigen Effekt muß nach den Ergebnissen 1981 ausgegangen werden, da auf der Parzelle mit Untersaat trotz wesentlich geringerem Blattlausbefall kein höherer, sondern ein gleicher Ertrag erzielt wurde (4.3.1.7.). Ein Einfluß der applizierten Herbizide über die Pflanzenqualität auf die Reproduktionsrate der Blattläuse erscheint ebenfalls möglich. Für die verwendeten Wirkstoffe gibt es zwar keine entsprechenden Untersuchungen, für das Herbizid 2,4-D, das sich nur durch eine fehlende Methyl-Gruppe von dem 1981 verwendeten Wirkstoff Dichlorprop unterscheidet, wurde aber in Laborexperimenten ein bis zu 87 % erhöhter Proteingehalt in Maispflanzen nach Applikation von praxisüblichen Dosen festgestellt. Dieser Nebenwirkung wurde ein um 100 % erhöhter Befall von 2,4-D-behandelten Maispflanzen mit Rhopalosiphum maidis im Freiland ursächlich zugeschrieben (Oka und Pimentel, 1979). Nach Laboruntersuchungen von Hinz und Daebeler (1979) erhöht 2,4-D auch die Reproduktionsrate von S. avenae am Winterweizen. Rautapää (1972) testete Mecoprop, ein anderes Phenoxy-Herbizid, das sich in der Strukturformel von Dichlorprop durch den Ersatz eines Chloratoms durch eine Methylgruppe unterscheidet, fand allerdings keinen Einfluß auf die Reproduktionsrate von S. avenae. Hanisch (1980) zeigte, daß eine Veränderung des physiologischen Zu-

stands des Weizens unterschiedlich auf die Reproduktionsraten der verschiedenen Blattlausarten wirken kann. Er fand, daß durch N-Düngung die Reproduktionsrate von S. avenae deutlich, von M. dirhodum aber nur wenig beeinflußt wird. Aus all diesen Gründen wird eine negative Beeinflussung der Reproduktionsrate von S. avenae durch Klee als Untersaat und eine positive Beeinflussung durch die Applikation der Herbizide in den Untersuchungen dieser Arbeit für wahrscheinlich gehalten.

Das länger anhaltende Populationswachstum von S. avenae (Abb. 11a und 12a) in der Parzelle mit Untersaat im Vergleich zur Unterbewuchs-freien Parzelle kurz vor dem Populationszusammenbruch 1981 ist weder auf verminderte Aktivität der Antagonisten in dieser Parzelle (5.3.3.) noch auf unterschiedlich starke Abwanderung (5.3.4.) der Blattläuse zurückzuführen. Als Ursache hierfür ist möglicherweise eine relativ größere Reproduktionsrate der Population während dieses Zeitraums zu sehen. Diese ist wiederum mit einer noch anhaltenden Fertilität der relativ spät in großer Anzahl eingeflogenen Immigrantes (Abb. 15) in diese Parzelle kurz vor diesem Zeitraum zu erklären.

5.3.3. Die Antagonisten

5.3.3.1. Die spezifischen Prädatoren

Wie oben diskutiert (5.2.), eignet sich die visuelle Kontrolle, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt wurde, nicht, um statistisch abgesicherte Aussagen über die Populationsdichte der spezifischen Prädatoren zu machen. Im folgenden sind deshalb nur die Ergebnisse der Klopftrichterfänge diskutiert.

Die wichtigste spezifische Prädatorengruppe waren die Syrphiden mit der bei weitem häufigsten Art Syrphus balteatus.

Dies steht in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Bode (1980) für Winterweizenfelder im Rhein-Main-Gebiet. In allen drei Untersuchungsjahren war an den verschiedenen Untersuchungsterminen entweder kein signifikanter Unterschied in der Populationsdichte der Syrphiden festzustellen, oder aber es befanden sich signifikant mehr Individuen auf den Herbizid-behandelten Parzellen. Zum Zeitpunkt der Eiablage der weiblichen Syrphiden waren die Getreidepflanzen in den Untersuchungsparzellen schon unterschiedlich stark mit Blattläusen besiedelt. Aus diesem Grund ist als Ursache für das häufigere Auftreten der Syrphiden in den unterbewuchsfreien Parzellen nicht nur das Fehlen des Unterbewuchses, sondern auch die Populationsdichte der Blattläuse zu diskutieren.

Schneider (1948) berichtet, daß Syrphideneier, die an unbefallenen Pflanzen abgelegt werden, normalerweise steril sind. Chandler et al. (1968) untersuchte das Eiablageverhalten der Syrphiden an verschieden stark mit Blattläusen befallenem Rosenkohl und fand eine eindeutige Vorliebe, insbesondere der Syrphus-Arten, für die stärker befallenen Pflanzen. Deshalb muß angenommen werden, daß die unterschiedliche Populationsdichte der Syrphiden in der hier diskutierten Untersuchung auch auf eine Reaktion der eierlegenden Weibchen auf die unterschiedliche Populationsdichte der Blattläuse zurückzuführen ist. In Rosenkohlkulturen mit und ohne Unterbewuchs erhielt Smith (1976b) in Bezug auf die Besiedlung mit Blattläusen und die Populationsdichte der Syrphus-Arten ähnliche Ergebnisse wie sie hier für die Winterweizenfelder beschrieben sind.

Die besonders starke Reduktion der Blattlauspopulationen nach Erreichen des Populationsmaximums 1979 auf der unterbewuchsfreien Parzelle ist möglicherweise auf die Freßaktivität der Syrphidenlarven zurückzuführen.

Wegen ihres stark Blattlaus-orientierten Eiablageverhaltens treten die Syrphus-Arten normalerweise erst relativ spät in den Blattlauskolonien auf. Chandler (1967) hält sie daher für ungeeignet zur biologischen Kontrolle von Blattläusen. Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstützen diese allgemeine

Einschätzung, denn die Dichte und Aktivität der Syrphiden konnte nicht durch die hier gewählte Kulturmaßnahme - Einbringung von Klee als Untersaat im Winterweizen - gesteigert werden.

Die Coccinelliden besiedelten in allen drei Untersuchungsjahren die Felder als letzte Prädatorengruppe. 1981 wurden auf der unterbewuchsfreien Parzelle deutlich mehr Individuen von Propylaea 14-punctata, als einziger Coccinellidenart, registriert als auf der Parzelle mit Klee als Untersaat (Abb. 19). Dies kann mit einer Reaktion der Cocinnelliden auf die größere Blattlausdichte erklärt werden, denn Dixon (1959) und Honek (1980) fanden, daß ihre Fruchtbarkeit von der Populationsdichte der Blattläuse abhängt. Eine Reaktion der Coccinelliden auf das Vorhandensein von Unterbewuchs erscheint weniger wahrscheinlich, denn Honek (1979) fand beim Vergleich von Getreidefeldern mit verschiedener Pflanzendichte, daß Propylaea 14-punctate von dieser kaum beeinflußt wurde.

Die Fangzahlen für Chrysopa carnea waren in allen drei Untersuchungsjahren sehr gering.

Zusammenfassend: Für alle spezifischen Prädatoren sind die Ergebnisse dieser Arbeit in Übereinstimmung mit den Resultaten von Edwards et al. (1979), wonach die Anzahl der Blattlaus-spezifischen Prädatoren im Winterweizen in der Regel positiv mit der Anzahl der Blattläuse korreliert.

5.3.3.2. Die unspezifischen Prädatoren

Unter den epigäischen Arthropoden der Getreidefelder gibt es viele Räuber, die als eine mögliche Beute auch Getreideblattläuse jagen. Sunderland (1975) und Sunderland und Vickerman (1980) untersuchten den Magen- und Darminhalt dieser Tiere und fanden, daß 16 Carabidenarten, 3 Staphylinidenarten und eine Dermapterenart Blattläuse gefressen hatten, durch Präzipitin-Tests wies Vickerman und Sunderland

(1975) auch Araneen als Getreideblattlaus-Prädatoren nach. Im Gegensatz zu den allesamt flugaktiven spezifischen Blattlausprädatoren sind die mehr laufaktiven unspezifischen Blattlaus-Prädatoren in ihrem Vorkommen weniger an der Dichte der Blattläuse orientiert, weil sie auch andere Beutetiere jagen. Aus diesem Grund ist ihr Vorkommen mehr Biotop-orientiert (Thiele, 1968), ihre Untersuchung erschien deshalb im Sinne der Fragestellung dieser Arbeit besonders interessant.

Die Fangergebnisse für die Carabiden waren 1980 und 1981 sehr unterschiedlich; insgesamt wurden in beiden Jahren 23 Arten gefunden, wovon 1980 16 und 1981 22 Arten auftraten. Außerdem war die Abundanz aller Arten in den beiden Jahren sehr unterschiedlich. Dies ist mit einer unterschiedlichen topographischen Lage der Felder und vor allem wohl mit sehr unterschiedlichen Wetterbedingungen in diesen beiden Jahren zu erklären. Auch die relativen Häufigkeiten der Arten in Abhängigkeit vom Unterbewuchs war 1980 und 1981 unterschiedlich. Während 1980 mehr Carabiden in der Parzelle mit Rotklee als Untersaat in Vergleich zur Herbizid-behandelten Parzelle gefangen wurden, war die Abundanz aller Arten zusammengenommen 1981 auf den beiden Vergleichsfeldern gleich. Somit können keine allgemeingültigen Schlüsse zum Einfluß von Klee als Untersaat im Winterweizen auf die Abundanz der Carabiden gezogen werden. Für einige Arten wurden aber, wie im folgenden diskutiert, interessante Einzelbeobachtungen gemacht.

Amara ovata, als phytophage Art, findet wahrscheinlich mehr Nahrung in den Feldern mit Untersaat und wurde dementsprechend 1980 besonders häufig in den Parzellen mit Klee als Untersaat gefangen. Trechus quadristriatus, 1980 die häufigste Art, von Vickerman und Sunderland (1975) als aphidophag beschrieben, war 1980 am häufigsten in der Parzelle mit Rotklee als Untersaat. Dies ist erstaunlich, da sie von Lindroth (1945) als trockenheitsliebend beschrieben ist, und in den Parzellen mit Untersaat eine höhere Luftfeuchtigkeit zu erwarten ist. 1981 wurde sie entsprechend ihren öko-

logischen Ansprüchen etwas häufiger in der unterbewuchsfreien Parzelle registriert (Abb. 21d). Bembidion obtusum wurde 1980 relativ häufig in der Parzelle mit Untersaat gefangen, was ihrer Vorliebe für feuchte Biotope (Baehr, 1980) entspricht. 1981 trat Bembidion obtusum nur in wenigen Exemplaren auf. Agonum dorsale, nach Thiele (1977) trockenheits- und wärmeliebend, ist nach Sunderland (1975) der potenteste Blattlausprädator unter den Carabiden im Getreide. Er war 1981 die bei weitem häufigste Art, in beiden Vergleichsparzellen gleich abundant, und zeigte im Verteilungsprofil (Abb. 21a) keinen Randeffekt. Pterostichus melanarius, nach Sunderland (1975) auch aphidophag, war 1981 die zweithäufigste Art, wurde 1980 aber nicht registriert. Seine aus dem Verteilungsprofil (Abb. 21b) ersichtliche Präferenz für die tieferliegenden und damit auch feuchteren Areale der Parzellen ist mit seiner von Thiele (1977) beschriebenen Präferenz für hohe Luftfeuchtigkeit zu erklären. Bembidion lampros, auch aphidophag (Sunderland, 1975), wurde 1981 häufiger in der unterbewuchsfreien Parzelle gefangen, was ihrer Vorliebe für spärlich bewachsene Bodenflächen (Baker und Dunning, 1975; Speight und Lawton, 1976) entspricht. Aus dem Verteilungsprofil (Abb. 21c) ist ein konzentriertes Auftreten dieser Art an der Grenze der beiden Vergleichsparzellen ersichtlich. Dies steht in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Pauer (1975) und ist mit einer starken Aktivität dieses Carabiden in Bereichen, in denen ein Gefälle von abiotischen Faktoren existiert, zu erklären. Pseudophonus pubescens zeigte 1981 eine Präferenz für die Parzelle mit Rotklee als Untersaat (Abb. 21e), war aber 1980 häufiger in der unterbewuchsfreien Parzelle.

Neben dem durch die Untersaaten veränderten Mikroklima können auch die verwendeten Herbizide direkte und indirekte toxische Wirkungen auf die Carabiden haben. Derartige Nebenwirkungen wurden in Laborexperimenten für verschiedene Herbizide gegenüber mehreren Carabidenarten nachgewiesen (Eijsackers, 1978; Müller, 1971; Kowalczyk-Rozek und Slizynski, 1977). So verkürzte der Wirkstoff 2,4,5-T, ein Be-

standteil des 1981 verwendeten Herbizids "Basagram plus", die Lebenszeit des Carabiden Notiophilus biguttatus Fabr. (Eijsackers, 1978).

Nach den Ergebnissen beider Jahre zeigten weder die Staphyliniden noch die Araneen eine Präferenz für die Weizenfelder in Abhängigkeit vom Unterbewuchs.

Die Abundanz der unspezifischen Prädatoren kann nach den Ergebnissen von 1981, durch die Einbringung von Klee als Untersaat im Getreide, kurzfristig nicht vergrößert werden. Andere vergleichbare Arbeiten, die über einen größeren Zeitraum hinweg durchgeführt wurden, lassen vermuten, daß sich die Arthropodenfauna langfristig in Folge von Untersaaten im Winterweizen verändern läßt. So zeigen Untersuchungen von Pauer (1975), daß die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Carabidenfauna eines Feldes maßgeblich von der Vorfrucht und dem Makroklima des Vorjahres abhängt. Nach ihm spiegelt die Folgefrucht sozusagen die typische Fauna der Vorfrucht wider. Vickerman (1978) untersuchte die Arthropodenfauna von Gerstenfeldern in Abhängigkeit vom Unterbewuchs und fand, daß aus Feldern, auf denen im Vorjahr Gerste mit Klee-Gras-Gemischen als Untersaat standen, im Frühjahr des Folgejahres mehr Arthropoden schlüpften als aus Vergleichsfeldern, auf denen im Vorjahr Gerste ohne Unterbewuchs stand. Da die Collembolen, als feuchtigkeitsliebende Tiere (Dunger, 1964), 1981 in der Parzelle mit Rotklee als Untersaat wesentlich häufiger waren als in der Kontrollparzelle ohne Unterbewuchs (Abb. 26 und 27), und da sie eine wichtige alternative Beute für die unspezifischen Blattlausprädatoren sind, erscheint eine längerfristige Förderung der räuberischen Bodenarthropoden durch Klee als Untersaat im Winterweizen möglich.

5.3.3.3. Die Parasiten

Die Parasiten spielten in allen drei Untersuchungsjahren nur eine untergeordnete Rolle als Antagonisten der Getreideblattläuse. Eine unterschiedliche Abundanz in Abhängigkeit vom Vorhandensein eines Unterbewuchses konnte nicht festgestellt werden.

5.3.3.4. Die insektenpathogenen Pilze

Sowohl 1979 als auch 1981 wurden die Getreideblattläuse von Entomophthoraceen infiziert. 1981 wurde zum Zeitpunkt des Populationsmaximums der Blattläuse eine Infektionsrate von 7 bis 10 % registriert, die später bis auf fast 100 % anstieg. Dies bedeutet, daß die Pilzinfektionen 1981, obwohl sie erst relativ spät einsetzten, einen wesentlichen Beitrag zum Zusammenbruch der Blattlauspopulationen geleistet haben.

Während die Infektionsraten 1981 auf den beiden Vergleichsparzellen etwa gleich groß waren (Abb. 17), waren sie 1979 - insgesamt niedriger als 1981 - auf der Parzelle mit Unterbewuchs wesentlich höher als auf der unterbewuchsfreien Parzelle. Letzteres steht wahrscheinlich in direktem Zusammenhang mit den entsprechend unterschiedlichen Populationsverläufen der drei Blattlausarten am Ende der Saison 1979 (Abb. 3a-c). Nach Dedryver (1978) und Missonier et al. (1970) ist die relative Luftfeuchtigkeit ein Schlüsselfaktor für die Ausbreitung der Entomophthoraceen. Da Untersaaten im Getreide die relative Luftfeuchtigkeit im Feld erhöhen, kann vermutet werden, daß die Infektionsrate der Blattläuse mit Entomophthoraceen in trockenen Jahren, in denen die Luftfeuchtigkeit für die Ausbreitung der Entomophthoraceen kritisch ist, durch Einbringung von Untersaaten erhöht werden kann. Im Untersuchungsgebiet fielen während des für die Ausbreitung der Entomophthoraceen kritischen Zeitraums vom 15. Juni bis 7. Juli 1979 12,7 mm Niederschlag und im sel-

ben Zeitraum 1981 62,1 mm Niederschlag. Die Ergebnisse dieser Arbeit stützen somit die obige Vermutung.

5.3.4. Die Abwanderung

Die hochgradig polymorphen Blattlausarten können in ihren parthenogenetischen Generationen sowohl ungeflügelte als auch geflügelte Morphen ausbilden. Die Produktion von geflügelten Morphen ermöglicht es den Blattläusen, von ihrer Wirtspflanze abzuwandern und neue Wirtspflanzen zu besiedeln. So können sie einer Nahrungsverknappung durch Übervölkerung und einem sich aufbauenden Prädationsdruck entgehen. Die Determination der geflügelten Morphen soll nach Dixon (1976) durch Übervölkerung, Güte der Wirtspflanze, Ameisenbesuche, Temperatur, Photoperiode und endogene Faktoren reguliert werden. Nach Carter et al. (1980) ist die Abwanderung die Hauptursache für den Populationszusammenbruch der Getreideblattläuse.

1979 waren die Blattlauspopulationen auf der Parzelle mit Unterbewuchs eine Woche vor der Ernte völlig zusammengebrochen, während ihre Populationsdichte auf der unterbewuchsfreien Parzelle nocheinmal leicht anstieg. Dies kann, wie oben diskutiert (5.3.3.4.), mit der unterschiedlich großen Infektionsrate der Blattläuse mit Entomophthoraceen erklärt werden; eine unterschiedlich starke Abwanderung kann aber als weitere Ursache für diese unterschiedlichen Populationsverläufe am Ende der Saison nicht ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse aus dem Jahr 1981 können in Bezug auf die Abwanderung der Blattläuse genauer interpretiert werden, da in den Klopftrichterproben die Larvenstadien differenzierter ausgewertet wurden. Die Anzahl der geflügelten L4-Larven ist nämlich ein gutes Maß für die Stärke der Abwanderung in einer Blattlauspopulation. Die Registrierung der adulten Emmigrantes ist hingegen nur bedingt möglich, da sie nach der Imaginalhäutung ihre Wirtspflanzen sehr schnell verlassen.

Für M. dirhodum konnte keine unterschiedlich starke Abwanderung von den Vergleichsparzellen festgestellt werden. Die Anzahl der geflügelten L4-Larven (Abb. 13) war auf beiden Parzellen realtiv zur Gesamtpopulationsdichte etwa gleich groß. Hieraus ist zu schließen, daß die Populationsdichte in dem Maß, wie sie auf den Vergleichsparzellen 1981 differierte, keinen bedeutenden Einfluß auf die Determination der geflügelten Morphen von M. dirhodum hat. Angaben über die Wirksamkeit der Umweltfaktoren in Bezug auf die Determination der geflügelten Morphen von M. dirhodum gibt es in der Literatur nicht.

Für R. padi wurde, wie Abb. 11c und Abb. 12c zu entnehmen ist, nach Erreichen des Populationsmaximums ein relativ stärkerer Populationszusammenbruch auf der unterbewuchsfreien Parzelle festgestellt als auf der Parzelle mit Untersaat. Dies kann mit einer stärkeren Abwanderung von der unterbewuchsfreien Parzelle erklärt werden, da, wie Abb. 14 zeigt, auf dieser Parzelle zum Zeitpunkt des Populationsmaximums relativ mehr geflügelte Morphen registriert wurden. Diese verstärkte Abwanderung aus der unterbewuchsfreien Parzelle kann mit der größeren Populationsdichte von R. padi in dieser Parzelle erklärt werden. Nach Dixon und Glen (1971) gehört R. padi zu den Blattlausarten, die bei hoher Populationsdichte besonders schnell mit Ausbildung von geflügelten Morphen und nachfolgender Abwanderung reagieren.

Das spätere Auftreten des Populationsmaximums von S. avenae auf der Parzelle mit Untersaat im Vergleich zur Unterbewuchsfreien Parzelle (Abb. 11a und Abb. 12a) ist wahrscheinlich, wie oben diskutiert (5.3.2.), mit einer größeren Reproduktionsrate von S. avenae auf der Parzelle mit Untersaat zu erklären. Eine frühere Abwanderung der Blattläuse von der unterbewuchsfreien Parzelle erscheint unwahrscheinlich, da, wie Abb. 15 zeigt, auf der unterbewuchsfreien Parzelle zum Zeitpunkt des Populationsmaximums nicht mehr geflügelte L4-Larven registriert wurden als auf der Parzelle mit Klee als Untersaat.

Zusammenfassend muß angenommen werden, daß Klee als Untersaat im Winterweizen, wenn überhaupt, nur einen sehr indirekten Einfluß auf die Abwanderung der Getreideblattläuse haben kann, welcher über eine Reduktion der Populationsdichte der Blattläuse wirkt.

5.4. Zum Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der Getreideblattläuse und der entsprechenden Untersuchungsmethode

Die Arbeitsgruppe "Intergrierte Bekämpfung im Getreidebau" der O.I.L.B./S.R.O.P. (Internationale Organisation für biologische Schädlingsbekämpfung, Sektion Westpalaearktische Region) untersuchte über zwei Jahre hinweg das Vorkommen der Carabiden vergleichend auf den Getreidefeldern verschiedener Länder Europas (Basedow et al., 1976b). Die mit Barberfallen ermittelten Fangzahlen schwankten um den Faktor 13 zwischen den verschiedenen Untersuchungsgebieten. Insgesamt wurde die Abundanz der Carabiden in Agrarbiozönosen als beachtlich eingeschätzt. Im Hinblick auf die Bedeutung dieser Raubarthropoden als natürliche Begrenzungsfaktoren von Schädlingspopulationen wurde darauf hingewiesen, ihre Rolle bei der Erstellung integrierter Pflanzenschutzprogramme zu berücksichtigen. Dieser Hinweis ist aufgrund des unter 4.2.2. schon erörterten Nachweises (Edwards et al., 1979) der Carabiden als effektiven Getreideblattlausprädatoren in Großbritannien zu unterstreichen.

Meine eigenen Untersuchungen sollten vor allem zeigen, ob auch unter den ökologischen Bedingungen in Süddeutschland eine Bedeutung der Carabiden als effektive Getreideblattlausprädatoren aufzuzeigen ist. Dies erschien im Zusammenhang dieser Arbeit wichtig, um eine möglicherweise auftretende negative Korrelation zwischen der Dichte der Blattläuse und der Dichte der Carabiden in den Vergleichsparzellen mit bzw. ohne Untersaat auch kausal mit der Rolle der

Carabiden als Antagonisten der Getreideblattläuse erklären zu können.

Der Versuch A (Abb. 29) zeigte für S. avenae und besonders deutlich für M. dirhodum eine negative Korrelation zwischen der Höhe der Populationsmaxima der Blattläuse und der Carabidendichte. Die unterschiedliche Dichte der Carabiden kann entsprechend den Manipulationen in den Vergleichsparzellen postuliert werden (vergl. Abb. 28). Dieses Ergebnis, nach dem die Carabiden die Populationen von S. avenae und besonders effektiv von M. dirhodum reduzieren, kann nur als Hinweis gewertet werden, da es nicht durch den Parallelversuch (Abb. 30) gestützt wird. Wenn die Blattläuse und die Carabiden im Feld gleichmäßig verteilt gewesen wären, müßten in den Parallelversuchen sich gegenseitig bestätigende Ergebnisse erhalten worden sein. Von einer inhomogenen Verteilung der Carabiden wird aber nicht ausgegangen, dies zeigt auch die Abb. 28 für die Parzellen A1 und B1; somit sind die differierenden Ergebnisse eher mit einer inhomogenen Verteilung der Blattläuse zwischen derart kleinen Versuchsparzellen innerhalb eines Feldes zu erklären. Um mit der hier angewendeten Methode sichere Aussagen über den Einfluß der Carabiden auf den Populationsverlauf der verschiedenen Getreideblattlausarten machen zu können, müßten nach den Untersuchungen dieser Arbeit mehrere Parallelversuche angelegt werden. Dann könnte die inhomogene Verteilung der Blattläuse statistisch herausgemittelt werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit ermutigen zu einem derartigen weiterführenden Versuch.

5.5. Zur Fallreaktion der Getreideblattläuse und ihrer Fähigkeit, die Wirtspflanze wieder zu ersteigen

Wie unter 4.2.3. erläutert, wurden die Versuche zur Fallreaktion der Getreideblattläuse und ihrer Fähigkeit, die Wirtspflanze wieder zu erklettern, durchgeführt, um zu zeigen, ob eine Blattlaus-Prädation durch Carabiden am Boden überhaupt effektiv möglich ist. Die Ergebnisse unter 4.3.3. zeigen, daß sich die Getreideblattläuse innerhalb des untersuchten Zeitraums in großer Anzahl von ihrer Wirtspflanze in die aufgestellten Bodenschalen fallen ließen. Von R. padi und M. dirhodum - die beiden Arten, deren Populationen sich zu dieser Zeit im Zusammenbruch befanden - waren nach den Berechnungen unter 4.3.3. im Mittel sogar mehr Individuen von den Halmen gefallen als am Ende dieses Zeitraums im selben Feld (Tab. 6, Parzelle H) visuell pro Halm noch bonitiert wurden.

Die Fallreaktion der Getreideblattläuse wurde bislang nicht genauer untersucht, für andere Blattlausarten ist sie aber im Zusammenhang mit dem Verteidigungsverhalten gegenüber Angriffen von Prädatoren und Parasiten gut erforscht (Evans, 1976; Wohlers, 1981; Dixon, 1976 und Niku, 1976). Die Überrepräsentation der L4-Larven in den Bodenschalen ist in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Niku (1976) für Acrythosiphon pisum, wonach die Bereitschaft zu Fallreaktionen bei jungen Larven dieser Blattlausart geringer ist als bei den älteren Stadien. Die größere Fallbereitschaft bei den älteren Morphen ist evolutionstheoretisch möglicherweise damit zu erklären, daß diese eine größere Chance haben, nach Absturz eine neue Wirtspflanze zu erreichen und diese zu besiedeln.

Der Versuch zur Wiederbesiedlung des Weizens mit Blattläusen durch Erklettern (4.3.3.) zeigte, daß alle drei Getreideblattlausarten diese Fähigkeit besitzen. Es konnte allerdings nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, daß diese Wanderung der Blattläuse ohne Bodenpassage auch über Blattbrücken erfolgte. Im Labor konnte ich aber beobachten, daß

Getreideblattläuse, die auf dem Boden zwischen eingetopften Getreidepflanzen abgelegt worden waren, diese zielstrebig erstiegen, sich ansiedelten und sich auch dort vermehrten. Aufgrund dieser Ergebnisse und Beobachtungen wird eine effektive Prädation der Getreideblattläuse am Boden für wahrscheinlich gehalten.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es ist davon auszugehen, daß die Einbringung von Klee als Untersaat im Winterweizen als Alternative zu den üblichen Herbizidspritzungen einen Sukzessionsprozeß einleitet, von dem im Rahmen dieser Arbeit nur die ersten Stadien untersucht werden konnten. Als entscheidender anfänglicher Effekt wurde gefunden, daß die untersuchte Kulturmaßnahme eine geringere Besiedlung der Winterweizenfelder mit Getreideblattläusen zur Folge hatte. Dieses Ergebnis ist aus der Sicht des integrierten Pflanzenschutzes als sehr positiv zu bewerten.

Es muß allerdings hier erwähnt werden, daß aufgrund dreijähriger Untersuchungen keine abschließende Beurteilung der Resultate möglich ist; dafür sind Beobachtungen über viele Jahre unter verschiedenen Wetterbedingungen notwendig. Weiterhin geben die durchgeführten Untersuchungen Hinweise, daß der Klee als Untersaat trotz seiner Fähigkeit, Luftstickstoff zu fixieren, als Konkurrent des Weizens auftreten kann. Dieses Problem sollte im Hinblick auf verschiedene Kleearten weiter untersucht werden. Als relativ kurzfristiger Effekt konnte in einem Jahr, in dem auch die Abundanz der Collembolen untersucht wurde, gezeigt werden, daß diese Urinsekten in der Parzelle mit Klee als Untersaat gefördert worden waren. Dieses Ergebnis weist auf noch folgende Sukzessionsstadien hin, die weiter analysiert werden sollten. Die Collembolen haben nämlich einerseits als Destruenten eine wichtige Bedeutung für die Fruchtbarkeit des Bodens und andererseits als alternative Beute für epigäische Raubarthropoden eine stabilisierende Funktion im Agrarökosystem. In den drei Untersuchungsjahren traten in den Versuchsparzellen keine Unkrautprobleme auf. Auch hier sind aber keine endgültigen Schlüsse zulässig, es muß untersucht werden, wie sich der Verzicht auf Herbizide auf die Abundanz der Unkräuter in den Folgejahren auswirkt.

Vor allem hierzu wären großflächige Untersuchungen wünschenswert. Außerdem zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, daß es notwendig ist, auch die Nebenwirkungen der Herbizide auf die Entomofauna, insbesondere die Blattläuse, genauer zu untersuchen.

Diese Arbeit gibt somit erste Hinweise, daß eine kontrollierte Erhöhung der Diversität durch Einbringung von Klee als Untersaat im Winterweizen die Wahrscheinlichkeit für Getreideblattlaus-Kalamitäten senkt. Es erscheint aus diesem Grund lohnend, die gefundenen Effekte in einer Langzeitstudie, die den gesamten Sukzessionsprozeß beinhalten sollte, weiterhin zu erforschen. Im Hinblick auf die zunehmende Belastung unserer Umwelt mit Bioziden wäre es wünschenswert, wenn diese Methode als Komponente eines integrierten Pflanzenschutzprograms im Acker- und Feldgemüsebau Praxisreife erlangen könnte.

7. ZUSAMMENFASSUNG

In dreijährigen Versuchen (1979-1981) wurde als Alternative zu den üblichen Herbizid-Spritzungen Klee als Untersaat im Winterweizen eingebracht und die dadurch bedingten kurzfristigen Veränderungen des Ökosystems im Hinblick auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse und ihrer Antagonisten untersucht. 1979 und 1981 erreichten M. dirhodum und R. padi in den Winterweizenparzellen mit Untersaat ein um 50 % reduziertes Populationsmaximum gegenüber den Herbizid-behandelten Parzellen. Als Ursache hierfür konnte 1981 eine entsprechend geringere Initialbesiedlung durch geflügelte Blattläuse dieser beiden Arten nachgewiesen werden. Auch S. avenae zeigte in denselben beiden Jahren ein geringeres Auftreten in der Parzelle mit Untersaat, das aber nicht auf eine schwächere Initialbesiedlung zurückgeführt werden konnte, sondern mit einer geringeren Reproduktionsrate als Ursache diskutiert wird. 1980 war der Blattlausbefall am Winterweizen insgesamt sehr niedrig, es konnten keine Differenzen im Befall zwischen den Parzellen festgestellt werden. Indirekte Auswirkungen der Untersaaten auf die Populationsdynamik der Getreideblattläuse über ihre Antagonisten waren weniger bedeutend. Die Abundanz der Blattlaus-spezifischen Prädatoren war entweder auf den Vergleichsparzellen gleich oder sie korrelierte positiv mit der Abundanz der Getreideblattläuse. Unter den unspezifischen Raubarthropoden der Bodenoberfläche, deren Vorkommen mit Hilfe von Bodenfallen erfaßt wurde, zeigten die Carabiden 1980 zwar eine größere Abundanz in einer Parzelle mit Untersaat; umfangreichere Untersuchungen 1981 zeigten aber keine kurzfristige Förderung aller epigäischen Raubarthropoden durch den Unterbewuchs. Eine deutlich größere Abundanz der nur 1981 untersuchten Collembolen auf der Winterweizenparzelle mit Unterbewuchs weist aber auf weitreichendere Veränderungen im Ökosystem hin, von denen auch eine Förderung der epigäischen

Raubarthropoden zu erwarten ist. Prädator-Ausschluß-Experimente im Jahr 1981 gaben Hinweise, daß eine effektive Getreideblattlausprädation durch Carabiden im Untersuchungsgebiet grundsätzlich möglich ist. Das Vorkommen von Parasiten der Getreideblattläuse wurde im Untersuchungsgebiet als unbedeutend eingeschätzt. Eine Förderung der insektenpathogenen Pilze über eine Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit durch den Unterbewuchs erscheint möglich, da im trockenen Sommer 1979 eine relativ größere Infektionsrate der Blattläuse auf der Parzelle mit Unterbewuchs gefunden wurde.

Die Insektenpopulationen am Getreide wurden mit Hilfe von Klopftrichterproben erfaßt, 1981 wurden sie parallel dazu auch visuell im Feld registriert. Diese beiden Methoden wurden verglichen und die Anwendungsmöglichkeiten des Klopftrichters zur Erfassung von Getreideblattlauspopulationen und ihren spezifischen Prädatoren diskutiert. Eine Standardisierung der zeitsparenden Klopftrichtermethode zur Festsetzung der wirtschaftlichen Schadensschwelle der Getreideblattläuse wird für möglich gehalten. Abschließend wird darauf hingewiesen, daß es aufgrund der Ergebnisse lohnenswert erscheint, die Einbringung von Untersaaten im Winterweizen als Kulturmaßnahme im Hinblick auf eine zukünftige Anwendung im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzprogrammes im Acker- und Feldgemüsebau weiterhin zu erforschen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

A'Brook, J. (1968) The effect of plant spacing on the number of aphids trapped over the grundnut crop. Ann. appl. Biol. 61, 289-294

A'Brook, J. (1973) The effect of plant spacing on the number of aphids trapped over cocksfoot and kale crops. Ann. appl. Biol. 74, 279-285

Adams, J.B., M.E. Drew (1965) Grain aphids in New Brunswick III. Aphid populations in herbicide treated oat fields. Canadian Journal of Zoology 43, 789-794

Adams, J.B., M.E. Drew (1969) Grain aphids in New Brunswick IV. Effects of malathion and 2,4-D amine on aphid populations and on yields of oats and barley. Canadian Journal of Zoology 47, 423-426

Altieri, M.A., A. von Schoonhoven (1977) The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (Phaseolus vulgaris) cropping systems. PANS 23(2), 195-205

Altieri, M.A., W.H. Whitcomb (1979) The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. Hort. Science 14, 12-18

Baehr, M. (1980) Die Carabiden des Schönbuchs bei Tübingen. 1. Faunistische Bestandsaufnahme. Beiträge zur Faunistik der Carabiden Württembergs 2. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52 (2), 515-600

Baker, A.N., R.A. Dunning (1975) Some effects of soil type and crop density on the activity and abundance of the epigeic fauna, particularly carabidae, in sugar-beet fields. J. Appl. Ecol. 12, 809-818

Basedow, T. (1976) Über das Auftreten der Getreideblattlausarten (Hom., Aphididae) in norddeutschen Weizenanbaugebieten. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 49, 9-14

Basedow, T., A. Borg, F. Scherney(1976a) Auswirkungen von Insektizidbehandlungen auf die epigäischen Raubarthropoden in Getreidefeldern, insbes. die Laufkäfer. Entomol. exp. and appl. 19, 37-51

Basedow, T., A. Borg, R. de Clercq, W. Nijveldt, F. Scherney (1976b) Untersuchungen über das Vorkommen der Laufkäfer auf europäischen Getreidefeldern. Entomophaga 21(I), 59-72

Blomeyer, A. (1889) Die Cultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. 1. Band: Getreide. Leipzig: Winter'sche Verlagsbuchhandlung

Bode, E. (1980) Aphids in winter wheat: abundance and limiting factors from 1976-79. WPRS Bulletin III, 49-57

Bode, E. (1981) Bekämpfung von Getreideblattläusen. Jahresbericht 1981. Biologische Bundesanstalt für Land- und Fortwirtschaft, Berlin und Braunschweig

Bosch, J., A. El Titi, W. Klett, H. Steiner (1976) Ermittlung und Anwendung wirtschaftlicher Schadensschwellen im Pflanzenschutz. Zeitschrift für ang. Entomologie Bd. 82, H. 1, 1-9

Breniaux, D., L. Lescar, J.P. Moreau (1976) Les pucerons des céréales. Phytoma 28, 7-14

Carter, N., I.F.G. McLean, A.D. Watt, A.F.G. Dixon (1980) Cereal aphids: a case study and review. Applied Biology 5, 271-348

Chandler, A.E.F. (1967) Oviposition responses by aphidophagous Syrphidae. Nature, London 213, 736

Chandler, A.E.F. (1968) Some factors influencing the occurence and site of oviposition by aphidophagous Syrphidae. Ann. appl. Biol. 61, 435-446

Dahl, F. (1928) Die Tierwelt Deutschlands. Coleoptera I: Carabidae. Jena, Verlag von Gustav Fischer

Dean, G.J. (1974a) The overwintering and abundance of cereal aphids. Ann. appl. Biol. 76, 1-7

Dean, G.J. (1974b) Effects of parasites and predators on the cereal aphids Metopolophium dirhodum (Wlk.) and Macrosiphum avenae (F.) (Hem., Aphididae). Bull. ent. Res. 63, 411-422

Dean, G.J. (1974c) Effect of temperature on the cereal aphids Metopolophium dirhodum (Wlk.), Rhopalosiphum padi (L.) and Macrosiphum avenae (F.) (Hem., Aphididae). Bull. ent. Res. 63, 401-409

Dean, G.J. (1978) Observations on the morphs of Macrosiphum avenae and Metopolophium dirhodum on cereals during the summer and autumn. Ann. app. Biol. 89, 1-7

Dean, G.J.W., N. Wilding (1971) Entomophtora infecting the cereal aphids Metopolophium dirhodum and Sitobion avenae. J. invest. Path. 18, 169-176

Dean, G.J.W., N. Wilding (1973) Infection of cereal aphids by the fungus Entomophthora. Ann. appl. Biol. 74, 133-138

Dedryver, C.A. (1978) Rôle d l'humiditè relative sur le développement du Champignon parasite, Entomophthora aphidis Hoffmann, dans les populations de l'Aphide, Sitobion avenae F., en 1976, dans l'Ouest de la France. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 286, Série D, 1723-1726

Dempster, J.P., T.H. Coaker (1974) Diversification of crop ecosystems as a means of controlling pests. Biology in Pest and Disease Control, S. 106-114. Blackwell Scientific Publications, Oxford

Dixon, A.F.G. (1959) An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle Adalia decempunctata (L.). J. Anim. Ecol. 28, 259-281

Dixon, A.F.G. (1971) The life-cycle and host preferences of the bird cherry-oat aphid, Rhopalosiphum padi L., and their bearing on the theories of host alternation in aphids. Ann. appl. Biol. 68, 135-147

Dixon, A.F.G. (1976) Biologie der Blattläuse. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart -New York

Dixon, A.F.G., D.M. Glen (1971) Morph determiantion in the bird cherry-oat aphid. Rhopalosiphum padi L. Ann. appl. Biol. 68, 11-21

Dunger, W. (1964) Tiere im Boden. Die neue Brehm-Bücherei. Frankh'sche Verlagshandlung Stuttgart, Kosmos-Verlag

Ebert, W., J. Focke, B. Freier, F. Mende, T. Wetzel (1979) Möglichkeiten einer objektiven Bekämpfungsentscheidung bei Schaderregern im Feldbau mit Hilfe von Bekämpfungsrichtwerten. Nachrichten-Blatt Pflanzenschutzdienst DDR 33, 85-88

Edwards, C.A., K.D. Sunderland, K.S. George (1979) Studies on polyphagous predators of cereal aphids. J. Appl. Ecol. 16, 811-823

Eijsackers, H. (1978) Side effects of the herbicide 2,4,5-T affecting the carabid Notiophilus biguttatus a predator of springtails. Z. Angew. Entomol. 86 113-128

Elton, C.S. (1958) The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London

van Emden, H.F. (1965) The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. Scient. Host. 17, 126-136

Evans, H.F. (1976) The role of predator-prey size ratio in determining the efficiency of capture by Anthocoris nemorum and the escape reactions of its prey, Acrythosiphum pisum. Ecol. Entomol. 1, 85-90

Feekes, W. (1941) De tarwe en haar milieu. Versl. XVII. Techn. Tarwe Commin. Groningen, 560-561

Freier, B., C. Volkmar, T. Wetzel (1981) Möglichkeiten und Formen der Prognose von Schadinsekten des Getreides. Nachrichten-Blatt Pflanzenschutzdienst DDR 35, 25-30

Freier, B., Th. Wetzel (1976) Untersuchungen zum Einfluß von Getreideblattläusen auf die Ertragsbildung bei Winterweizen. Beitr. Ent. 26, 187-196

Freier, B., T. Wetzel (1978) Vorschlag zur Vereinfachung der Schaderreger- und Bestandsüberwachung der Getreideblattlaus (Macrosiphum avenae (Fabr.)). Nachrichten-Blatt Pflanzenschutzdienst DDR 32, 24-26

Gandschau, M. (1981) Zum Einfluß von Blütenpflanzen in intensiv bewirtschafteten Getreidebeständen auf die Abundanz und Effizienz natürlicher Feinde von Getreideblattläusen. Mitt. dtsch. Gesellsch. ang. Ent. 3, 312-315

George, K.S. (1974) Damage assessment aspects of cereal aphid attack in autumn and spring-sown cereals. Ann. appl. Biol. 77, 67-74

Global 2000, der Bericht an den Präsidenten; Herausgabe der deutschen Übersetzung Reinhard Kaiser, Verlag: Zweitausendeins

Gräpel, H. (1982) Untersuchungen zur wirtschaftlichen Schadensschwelle von Getreideblattläusen. Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 89, 1-17

Griffiths, E. (1982) The carabid Agonum dorsale as a predator in cereals. Ann. appl. Biol. 101, 152-154

Grüber, K. (1982) Protein- und Lipidgehalt von Metopolophium dirhodum (Walker) in Beziehung zur Wirtspflanze, dem Winterweizen. Staatsexamensarbeit für das Lehramt an Gymnasien, Universität Tübingen

Hand, S.C. (1980) Overwintering of cereal aphids. WPRS Bulletin, 1980/III/4, 59-69

Hanisch, H.-C. (1980) Untersuchungen zum Einfluß der N-Düngung und Spritzung von Natriumsilikat zu Weizen auf die Populationsentwicklung von Getreideblattläusen. Dissertation, Universität Gießen

Hinz, B., F. Daebeler (1973) Wirkung von Benomyl auf die Entwicklung von Getreideblattläusen. Arch. Phytopath. Pflanzenschutz 9, 337-339

Hinz, B., F. Daebeler (1976) Zur Beeinflussung der Ertragsbildung bei Winterweizensorten durch die große Getreideblattlaus Macrosiphum (Sitobion) avenae (F.). Arch. Phytopahtol. Pflanzenschutz 12, 111-116

Hinz, B., F. Daebeler (1979) Einfluß von nichtinsektiziden Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur biologischen Prozeßsteuerung auf Aphiden an Getreide. Wiss. Z. d. Univ. Rostock, Mat.-Natw. Reihe 7, 665-669

Honek, A. (1979) Plant density and occurence of Coccinella septempunctata und Propylaea quatuordecimpunctata in cereals. Acta ent. bohemoslov. 76, 308-312

Honek, A. (1980) Population density of aphids at the time of settling and ovariole maturation in Coccinella septempunctata Coleoptera Coccinellidae. Entomophaga 25(4), 427-430

Horn, D. (1982) Untersuchungen zur Entwicklung der Biomasse von Metopolophium dirhodum auf Winterweizen in Relation zum physiologischen Zustand der Wirtspflanze. Staatsexamensarbeit für das Lehramt an Gymnasien, Universität Tübingen

Jakob-Haupt, R. (1969) Zur Bekämpfung von Blattläusen an Getreide. Anz. Schädlingskunde, Pflanzenschutz 42, 150-153

Kennedy, J.S., C.O. Booth (1951) Host alternation in Aphis fabae Scop. I. Feeding preferences and fecundity in relation to the age and kind of leaves. Ann. appl. Biol. 38, 25-64

Kennedy, J.S., C.O. Booth (1964) Coordination of successive activities in an aphid. Depression of settling after flight. J. Exp. Biol. 41, 805-824

Kennedy, J.S., C.O. Booth, W.J.S. Kershaw (1959) Host finding by aphids in the field. I. Gynoparae of Myzus persicae (Sulzer). Ann. appl. Biol. 47, 410-423

Kennedy, J.S., C.O. Booth, W.J.S. Kershaw (1961) Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. Ann. appl. Biol. 49, 1-21

Klingauf, F., M.E. Salem (1978) Insektenbefall - Pflanzenresistenz. Versuch einer Synthese der Wirtswahltheorien. Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 1, 6-14

Kolbe, W. (1969) Untersuchungen über das Auftreten verschiedener Blattlausarten als Ursache von Ertrags- und Qualitätsminderungen im Getreidebau. Pflanzenschutznachrichten. Bayer 22, 177-211

Kolbe, W. (1973) Über Ursachen des Auftretens von Blattlausarten im Getreidebau und die Beeinflussung der Ertragsbildung durch Saugschäden in Beziehung zur Befallsdichte und Bekämpfung. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 26, 418-432

Kontev, K. (1975) The control of aphids on wheat. Rev. appl. Ent. 64, 1939

Kowalczyk-Rozek, M., K. Slizynski (1977) The effect of some herbicides on the imagines of Pterostichus cupreus and Pterostichus vulgaris Coleoptera Carabidae. Folia Biol. (Cracow) 25(2), 237-244

Large, E.C. (1954) Growth stage in cereals. Illustration of the Feekes Scale. Plant Pathology 3, 129-130

Latteur, G. (1973) Etude de la dynamique des populations des pucerons des céréales. Premières données relatives aux organismes aphidiphages en trois localités différentes. Parasitica 29, 134-151

Latteur, G. (1976) Les pucerons des céréales: biologie, nuisance, ennemis. Mem. Centre de Recherches Argronomiques de l'état Gembloux no. 3, 74

Leclant, M.F. (1969) Une pullulation exceptionelle du puceron "Macrosiphum avenae" Fabricius sur blé dans le sud-ouest de la France. Rev. Zool. Agric. 68, 13-16

Lindroth, C.H. (1945) Die Fennoskandischen Carabidae. Eine tiergeographische Studie. I. Spezieller Teil. III. Allgemeiner Teil. Kgl. Vet. Vitterh. Samh. Handl. Göteborg (B)4(1), 1-709

Lowe, H.J.B. (1980) Resistance to aphids in immature wheat and barley. Ann. appl. Biol. 95, 129-135

Lowe, H.J.B. (1981) Resistance to Stiobion avenae in wheat. OILB/Bulletin SROP 1981/IV/I, 47-50

MacArthur, R.H. (1955) Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. Ecology 35, 533-536

Macquart, M. (1831) Sur un puceron du blé. Annls. Sci. nat. 1831, 468

Missonier, J., Y. Robert, G. Thoizon (1970) Circonstances épidemiologiques semblant favoriser le développement des mycoses à Entomophthorales chez trois aphides. Entomophaga 15, 169-190

Moericke, V. (1955) Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. Z. angew. Ent. 37, 29-91

Müller, G. (1971) Laboruntersuchungen zur Wirkung von Herbiziden auf Carabiden. Arch. Pflanzenschutz 7, 351-364

Müller, F.P. (1964) Merkmale der in Mitteleuropa an Gramineen lebenden Blattläuse (Homoptera: Aphididae). Wiss. Z. Univ. Rostock 13, 269-278

Müller, F.P. (1973) On the biology of cereal aphids. Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Naturwiss. Reihe 22(10) 1185-1192

Niku, B. (1976) Folgen der Fallreaktion von Erbsenläusen (Acyrthosiphon pisum) für Syrphidenlarven. Entomophaga 21(3), 257-263

O'Donnell, M.S., T.H. Coaker (1975) Potential of intra-crop diversity for the control of brassica pests. Proc. 8th Brit. Insect & Fung. Conf. 1, 101-107

Oka, I.N., D. Pimentel (1979) Ecological effects of 2,4-D herbidice increased corn pest problems. Contrib. Cent. Res. Inst. Agric Bogor 0(49), 1-17

Pauer, R. (1975) Zur Ausbreitung der Carabiden in der Agrarlandschaft, unter besonderer Berücksichtigung der Grenzbereiche verschiedener Feldkulturen. Z. angew. Zool. 62(4), 457-489

Pimentel, D. (1961) The influence of plant spatial patterns on insect populations. Ecology 54, 61-69

Potts, G.R., G.P. Vickerman (1974) Studies on the cereal ecosystem. Adv. Ecol. Res. 8, 107-197

Potts, G.R., G.P. Vickerman (1975) Arable ecosystems and the use of agrochemicals, in: Chadwick, M.J. & Goodman, G.T. (Eds.) The ecology of resource degradation and renewal, pp. 17-29. Oxford, Blackwell Scientific

Rabbinge, R., E.M. Drees, M. Van der Graaf, F.C.M. Verberne, A. Wesselo (1981) Damage effect of cereal aphids in wheat. Neth. Jour. Plant Path. 87, 217-232

Rautapää, J. (1972) Effects of herbicides and chlormequat chloride on host plant selection and population growth of Macrosiphum avenae (F.) (Hom., Aphididae). Ann. Agric. Fenn. 11, 135-140

Rautapää, J. (1976) Population dynamics of cereal aphids and method of predicting population trends. Ann. Agric. Fenn. 15, 272-293

Sagenmüller, A. (1976) The effect of systemic fungicides on the cereal aphids Sitobion avenae and Metopolophium dirhodum. Z. Angew. Entomol. 82(3), 293-300

Schneider, F. (1948) Beitrag zur Kenntnis der Generationsverhältnisse und Diapause räuberischer Schwebfliegen (Syrphidae, Dipt.). Mitt. schweiz. ent. Ges. 21, 249-285

Smith, J.G. (1976a) Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. Ann. Appl. Biol. 83, 1-13

Smith, J.G. (1976b) Influence of crop background on natural enemies of aphids on Brussels sprouts. Ann. appl. Biol. 83, 15-29

Speight, M.R., J.H. Lawton (1976) The influence of weed cover on the mortality imposed on artificial prey by predatory ground beetles in cereal fields. Oecologia (Berl.) 23(3), 211-223

Steiner, H. (1962) Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik in Obstanlagen. Entomophaga 7, 207-214

Steiner, H. (1978) Integrierter Pflanzenschutz und Artenschutz. Auswirkungen von Bioziden auf die Fauna. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Würt., 435-441

Steiner, H., M. Baggiolini (1968) Anleitung zum integrierten Pflanzenschutz im Apfelanbau. Hrsg. Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart

Sunderland, K.D. (1975) The diet of some predatory arthropods in cereal crops. J. appl. Ecol. 12, 507-515

Sunderland, K.D., G.P. Vickerman (1980) Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields. J. Appl. Ecol. 17(2), 389-396

Thiele, H.U. (1964) Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 387-452

Thiele, H.U. (1968) Was bindet Laufkäfer an ihre Lebensräume? Naturw. Rundschau 81, 57-65

Thiele, H.-U. (1977) Carabid beetles in their environments. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York

Vereijken, P.H. (1979) Feeding and multiplication of three cereal aphid species and their effect on yield of winter wheat. Agric. Res. Rep. (Versl. landbouwk. Onderz.) 888

Vickerman, G.P. (1978) The arthropod fauna of undersown grass and cereal fields. Scient. Proc. R. Dubl. Soc., Series A 6, 155-165

Vickerman, G.P., K.D. Sunderland (1975) Arthropods in cereal crops: nocturnal activity, vertical distribution and aphid predation. J. appl. Ecol. 12, 755-766

Vickerman, G.P., S.D. Wratten (1979) The biology and pest status of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in Europe: a review. Bull. ent. Res. 69, 1-32

Voûte, A.D. (1946) Regulation of the density of the insect populations in virgin forests and cultivated woods. Arch. neerl. Zool. 7, 435-470

Wetzel, Th., B. Freier, F. Ressel, G. Heinze, P. Mathes (1978) Erfahrungen bei der Überwachung und Bekämpfung von Getreideblattläusen im Jahre 1977 im Bezirk Halle. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR 32, 21-24

Wetzel, T., B. Freier, W. Heyer (1980) Zur Modellierung von Befall-Schadens-Relationen wichtiger Schadinsekten des Winterweizens. Z. angew. Ent. 89, 330-344

Wohlers, P. (1981) Effects of the alarm pheromone (E)-β-farnesene on dispersal behaviour of the pea aphid Acyrthosiphon pisum. Ent. exp. & appl. 29, 117-124

Wratten, S.D. (1975) The nature of the effects of the aphids Sitobion avenae and Metopolophium dirhodum on the growth of wheat. Ann. appl. Biol. 79, 27-34

Zimmermann, G. (1978) Laborversuche über den Einfluß systemischer Fungizide auf Verpilzung und Konidienbildung durch aphidenpathogene Entomophthoraceen (Zygomyzetes) bei Getreideblattläusen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 85(8/9), 513-524

Zimmermann, G., T. Basedow (1980) Field tests on the effect of fungicides on the mortality of cereal aphids caused by entomophthoraceae (Zygomyzetes). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87(2), 65-72

Lebenslauf

Name:	Thomas Paul Wipperfürth
Geburtsdatum:	17. 1. 1952
Geburtsort:	Krefeld
Eltern:	Dr. Heribert Wipperfürth, Zahnarzt Mechtild Wipperfürth, geb. Hilf
Schulausbildung:	1958-1962 Grundschule Krefeld 1962-1971 Arndt-Gymnasium Krefeld
Schulabschluß:	Abitur, 17. 5. 1971
Zivildienst:	Juni 1972 - Oktober 1973 an der Universitätsklinik Tübingen
Studium:	WS 71/72 bis SS 78 Universität Tübingen Fach: Biologie (Diplom) Prüfungen: Vordiplom 1975 Diplom 1978
Promotion:	1979 bis 1983 im Fach Zoologie am Lehrstuhl für Entwicklungsphysiologie der Universität Tübingen
Referendariat:	August 1981 bis Januar 1983 am Staatlichen Seminar für Erziehung und Didaktik Weingarten Prüfung: 2. Staatsexamen für das höhere Lehramt an beruflichen Schulen in den Fächern Biologie und Chemie

Meine akademischen Lehrer waren:

D. Ammermann, W. Bessler, V. Braun, D. Bunke, W. Engels, K.G. Grell, J. Guglielmi, K.P. Hadeler, G. Jung, G. Mickoleit, R. Prinzinger, W. Rähle, A. Rieker, B. Schwemmle, W. Seyffert, H. Steiner, K. Wöhrmann